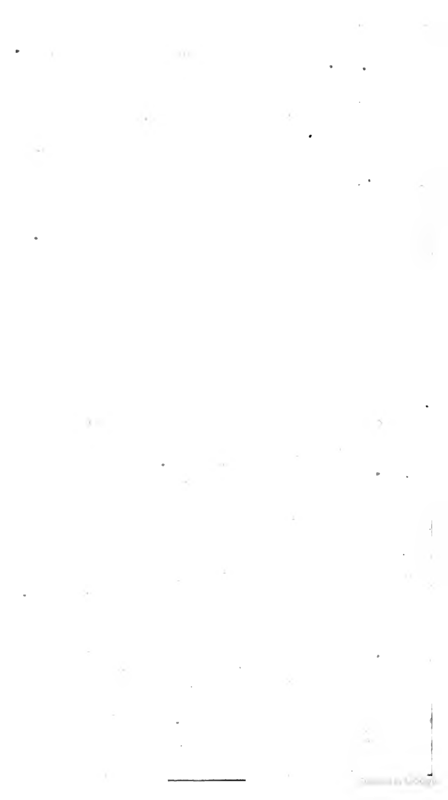




ELEMENS DE FORTIFICATION,

CONTENANT

Les principes & la description raisonnée des différens ouvrages qu'on emploie à la Fortification des places ; les Systêmes des principaux Ingénieurs, la Fortification irréguliere, &c.

SIXIEME EDITION,

Réimprimée sur la quatrieme, pour servir d'abrégé de la cinquieme.

Par M. LE BLOND, Maître de Mathématiques de MONSEIGNEUR LE DAUPHIN, & de MESSEIGNEURS LE COMTE DE PROVENCE ET LE COMTE D'ARTOIS, &c.



A PARIS,

Chez CHARLES-ANTOINE JOMBERT, Libraire du Roi pour l'Artillerie & le Génie, rue Dauphine, à l'Image Notre-Dame.

M. DCC. LXVI.

Avec Approbation & Privilege du Roi.

AVERTISSEMENT
DU LIBRAIRE.

La cinquieme édition de cet Ouvrage ayant été fort augmentée & imprimée in-8°, *je me suis trouvé dans l'obligation d'en doubler le prix. Bien des personnes ayant desiré d'avoir l'ouvrage* in-12, *comme plus portatif, j'ai pris le parti de réimprimer la quatrieme édition, qui peut être regardée comme un abrégé de la cinquieme. Elle a été revue par l'Auteur, & elle ne differe de la*

précédente que par quelques additions & quelques notes qu'il a jugé à propos d'y ajouter.



AVERTISSEMENT.

La Fortification eſt une des principales parties de l'Art Militaire. Elle eſt utile non-ſeulement aux Ingénieurs & aux *Artilleurs*, mais encore aux Généraux chargés de l'attaque & de la défenſe des places.

Les Officiers particuliers en ont également beſoin, pour ſuppléer dans pluſieurs occaſions aux Ingénieurs, & ſçavoir fortifier en campagne les différens poſtes dont la garde leur eſt confiée.

On a eu pour objet dans ce Traité, de donner des idées juſtes & préciſes d'un Art ſi important; d'en faire bien connoître les regles & les principes, afin que l'on puiſſe les ap-

pliquer soi-même à la construction de ses différens ouvrages. On l'a divisé en quatre parties.

On explique dans la premiere les termes de la Fortification, & ce qui concerne le rempart, le fossé & le chemin couvert dont les places de guerre sont toujours entourées.

On donne ensuite différentes observations pour déterminer la figure de l'enceinte de ces places, & un abrégé de la Fortification ancienne, qui sert d'introduction aux maximes qu'on doit observer dans la moderne, lesquelles suivent immédiatement.

On détermine dans cette même partie la grandeur des angles & des lignes de la Fortification, & l'on donne ensuite dans plusieurs problêmes la construction de tout ce qui

appartient aux villes fortifiées d'une ſimple enceinte avec des baſtions, d'un foſſé & d'un chemin couvert.

Dans la ſeconde partie on traite des *dehors*, c'eſt-à-dire, des ouvrages qui ſe conſtruiſent au-delà du foſſé. Tels ſont les demi-lunes, ouvrages à corne, à couronne, tenaillons ou grandes lunettes, contre-gardes, &c. On donne auſſi le tracé de ceux qui ſe font dans les environs du glacis, celui des citadelles, & la deſcription des contre mines. On eſt entré dans le plus grand détail ſur ces différens ouvrages, & l'on a ajouté dans les remarques & dans les notes, les obſervations néceſſaires pour en généraliſer les conſtructions.

On explique dans la troiſieme partie les ſyſtêmes des principaux Ingénieurs, les plus

propres à rendre ſenſibles les progrès de l'art de fortifier depuis l'invention des baſtions. On pourra remarquer que ces progrès ont été très-lents juſqu'à M. le Comte de Pagan, & que la diſpoſition particuliere de l'enceinte des places n'a preſque point éprouvé de changemens. Doit-on en conclure qu'elle a tout le degré de perfection dont elle eſt ſuſceptible ? Non, ſans doute, car le peu de durée de la défenſe de cette enceinte, lorſque l'ennemi a pu s'en approcher, ſuffit pour en démontrer la foibleſſe. Il eſt plus aiſé d'appercevoir les défauts de notre Fortification actuelle, que de les corriger. Mais pour y parvenir, il eſt important d'abord de les bien obſerver.

On examine dans des remar-

ques ſur chacun de ces ſyſtêmes, leurs avantages & leurs inconvéniens. Ces remarques contiennent auſſi différentes obſervations ſur les fauſſe-braies, les flancs couverts, les caſemates & les ſeconds flancs.

Cette partie eſt terminée par une idée de la Fortification du célebre Coehorn, & par le tracé ſur le terrein du premier trait de l'enceinte d'une place fortifiée.

La Fortification irréguliere eſt l'objet de la quatrieme partie. Elle eſt traitée d'une maniere nouvelle, & beaucoup plus détaillée que dans les premieres éditions.

On y donne les principes généraux pour diſpoſer l'enceinte des différentes places de la maniere la plus favorable pour en corriger les défauts, & rendre

les côtés à peu près ſuſceptibles de la même défenſe.

On fait l'application de ces principes à un exemple, c'eſt-à-dire, à une place, dont l'enceinte contient les irrégularités les plus ordinaires. Le détail dans lequel on eſt entré ſur ce ſujet, pourra faire concevoir la maniere dont on peut diſpoſer les parties de la Fortification, conformément à ſes maximes, ſans s'aſſujettir à aucun ſyſtême particulier.

Cette derniere partie eſt terminée par pluſieurs obſervations ſur les places ſituées le long des rivieres, ſur des hauteurs, dans des marais, & ſur les places maritimes.

On croit n'avoir rien omis d'eſſentiel à la Fortification élémentaire dans le cours de cet ouvrage. Il y a de plus gros

livres ſur cette matiere ; mais les préceptes & les regles n'y ſont point expoſés avec plus d'étendue. L'expérience a fait voir qu'on pouvoit l'entendre très-facilement. Ceux qui le poſſéderont bien, pourront viſiter nos meilleures places de guerre pour examiner l'accord des regles de la Fortification avec les ouvrages dont elles ſont fortifiées.

Cet examen doit être fait avec une grande attention & à différentes repriſes. Il faut tâcher de découvrir les avantages & les défauts de ces ouvrages, & les raiſons qui ont pu donner lieu à leur figure & à leur emplacement, relativement à la ſituation ou à la nature du terrein de la place.

C'eſt un moyen excellent pour ſe former inſenſiblement

dans l'habitude de juger avec exactitude de la Fortification des places.

On joint à la suite de cet Avertissement un exposé succint des connoissances & des qualités les plus nécessaires à un Ingénieur. Ce petit discours ne doit point paroître déplacé à la tête d'un ouvrage qui enseigne les premiers élémens de la Fortification, c'est-à-dire, de l'art qui constitue essentiellement l'Ingénieur.



****

DISCOURS

Sur la profession d'Ingénieur.

INGÉNIEUR, c'eſt, dans l'état militaire, un Officier chargé de la fortification, de l'attaque & de la défenſe des places, ainſi que des différens travaux néceſſaires pour fortifier les camps & les poſtes à la guerre.

« Le nom d'*Ingénieur* marque l'adreſſe, l'habileté & le talent que » ces Officiers doivent avoir pour inventer. On les appelloit autrefois » *Engeigneurs*, du mot *engin*, qui ſignifie *machine*, parce que les machines de guerre avoient été pour » la plûpart inventées par ceux qui » les mettoient en œuvre dans la » guerre. Or *engin* vient d'*ingenium*; » on appelloit même en mauvais latin ces machines *ingenia*.

» *Hi se clauserunt propè ripas Inge-*
» *niorum* », dit *Guillaume Lebreton*, dans l'histoire en vers de *Philippe-Auguste*, en parlant du quartier où étoient les machines.

Et Guillaume Guyart, *l'ingigneurs engins dressent.*

L'emploi d'*Ingénieur* exige beaucoup d'étude, de talens, de capacité & de génie. Les sciences fondamentales de cet état sont : l'Arithmétique, la Géométrie, la Méchanique & l'Hydraulique.

Un Ingénieur doit avoir quelqu'usage du dessein. La Physique lui est nécessaire pour juger de la nature des matériaux qu'on emploie dans les bâtimens, de celle des eaux, & des différentes qualités de l'air des lieux qu'on veut fortifier.

Il est très-utile qu'il ait des connoissances générales & particulieres de l'Architecture civile pour la construction des bâtimens militaires, comme

casernes, magasins, arsenaux, hôpitaux, logement de l'Etat-Major, &c. dont les Ingénieurs sont ordinairement chargés. M. *Frezier* recommande aux Ingénieurs de s'appliquer à la coupe des pierres. « J'ai reconnu par » ma propre expérience, dit ce sa» vant auteur, dans l'ouvrage qu'il a » donné sur cette matiere, que cette « connoissance (de la coupe des » pierres) étoit aussi indispensable» ment nécessaire à un Ingénieur qu'à » un Architecte, parce qu'il peut être » envoyé comme moi dans des colo» nies éloignées, & même dans des » provinces où l'on manque d'ou» vriers capables d'exécuter certaines » parties de la Fortification où il faut » de l'intelligence dans cet art ».

Ces différentes connoissances, & plusieurs autres que M. *Maigret* desire encore dans un Ingénieur, comme celle de l'histoire, de la grammaire & de la rhétorique, auxquelles on de-

vroit peut-être joindre celle des différentes manœuvres des troupes, la caſtramétation, &c. ne ſont que l'acceſſoire de ce qui conſtitue le véritable Ingénieur. C'eſt la ſcience de la fortification, de l'attaque & de la défenſe des places, qui le caractériſe particulierement, & qui doit être l'objet le plus ſérieux de ſes études.
« Les différentes parties du Génie,
» dit l'Auteur de l'*Ingénieur de cam-*
» *pagne*, ſe rapportent preſque toutes
» à la fortification. L'on ne peut dou-
» ter qu'elle n'en ſoit la principale;
» cependant, à parler en général,
» c'eſt, dit-il, celle à laquelle les In-
» génieurs s'attachent le moins. Cette
» indifférence, ajoute cet Auteur,
» vient probablement de ce que
» n'ayant appris qu'une routine ſans
» principes, qu'un maître peu éclairé
» rend reſpectable par le nom de l'Au-
» teur dont il l'emprunte; on regarde
» naturellement cet objet comme

borné,

» borné & comme porté au point de
» perfection dont il est susceptible ».

Il est certain qu'en examinant le progrès de la fortification depuis l'invention des bastions, on s'apperçoit que la disposition de l'enceinte des places a éprouvé peu de changemens : mais doit-on en conclure qu'elle a tout le degré de perfection possible ? Non sans doute ; le peu de durée de la défense de cette enceinte, lorsque l'ennemi a pu s'en approcher, suffit pour le démontrer.

Il est donc important de chercher à rendre notre fortification plus parfaite. Il faudroit trouver le moyen de se garantir de l'effet du ricochet, de rendre les ouvrages moins exposés à la nombreuse artillerie avec laquelle ont bat les places, de mettre les dehors plus en état d'être soutenus & repris par l'assiegé, de faciliter les communications, de les rendre plus sûres & plus commodes, & sur-tout

de diminuer l'excessive dépense de la fortification. Ce sont-là les principaux objets qu'on doit avoir en vue dans les nouveaux systêmes de fortification qu'on peut proposer. Les Ingénieurs seuls peuvent donner des idées dans une matiere où la théorie ne peut rien, ou du moins très-peu de choses sans la pratique des sieges. C'est cette expérience qui a produit le traité de Fortification de M. le Comte de *Pagan*; & les vues nouvelles que cet illustre Ingénieur a données pour la disposition de l'enceinte des places, & pour rendre la défense des ouvrages plus directe.

Pour perfectionner la fortification ou rectifier ce qu'elle a de désavantageux, il faut posséder parfaitement tout ce qui a été fait & enseigné sur cette matiere. Cette étude, lorsqu'on y fait un peu d'attention, paroît plus vaste & plus difficile qu'on ne le croyoit d'abord. Bien des gens s'ima-

ginent ſavoir la fortification parce qu'ils ont appris à tracer l'enceinte d'une place ſuivant la méthode de M. de *Vauban*, ou celle de quelqu'autre Ingénieur : mais ceux qui ont réfléchi ſur cet art ſentent bien quelles ſont les bornes d'une pareille étude. Elle ſert ſeulement à apprendre les termes de la fortification : mais ſi l'on n'entre point dans l'eſprit des inventeurs des ſyſtêmes, ſi l'on ne fait pas attention aux différens objets qu'ils ont eu dans leur conſtruction, il arrive, comme l'expérience le prouve, qu'après avoir beaucoup copié de plans & de ſyſtêmes, on ignore encore la Fortification ; c'eſt-à dire, ſon eſprit, ſes regles & ſes préceptes, & qu'on ſe trouveroit très-embarraſſé s'il falloit appliquer ces regles à une ſituation tant ſoit peu irréguliere.

Les connoiſſances de la fortification utiles à un Ingénieur ſont bien différentes de celles qui conviennent

à un Officier ordinaire. Le premier doit non-ſeulement ſavoir diſpoſer les ouvrages d'une place de guerre pour la mettre en état de faire une vigoureuſe réſiſtance : mais il faut encore qu'il ſache les conſtruire & remédier aux différens inconvéniens qui arrivent dans la conſtruction. L'Officier peut ſe borner au premier objet pour être en état de reconnoître le fort & le foible d'une place. Si avec cela il ſait mettre un village ou un poſte en état de réſiſter à un coup de main, on peut dire qu'il poſſede la fortification néceſſaire à ſon état. Mais l'habileté de l'Ingénieur doit être portée à un point bien différent. Comme les idées ne ſe préſentent que ſucceſſivement, il faut, pour en trouver d'utiles, s'appliquer très-ſérieuſement à l'objet que l'on veut perfectionner. Ceux qui croient n'avoir plus rien à apprendre dans les choſes de leur art ne ſont pas propres à trouver de

nouvelles inventions. Un eſprit éclairé, ſage & raiſonnable, n'emploie guere ſon tems à des recherches particulieres, qu'autant qu'il préſume que ſon application ne ſera pas infructueuſe ; il eſt rare qu'avec cette diſpoſition, de l'intelligence, des connoiſſances & un travail aſſidu, on ne parvienne à la fin à quelque découverte utile.

Nous penſons donc que la perfection de la fortification actuelle eſt un objet digne de l'attention & de l'application des plus ſavans Ingénieurs ; on peut tout attendre d'un Corps auſſi éclairé que celui du Génie, qui ne voit rien en Europe qui puiſſe lui être comparé dans l'attaque & dans la défenſe des places.

Il eſt établi en France depuis M. le Maréchal de *Vauban* de ne recevoir aucun Ingénieur qui n'ait été examiné ſur les parties des Mathématiques néceſſaires à cet état, c'eſt-à-dire,

ſur l'Arithmétique, la Géométrie élémentaire & pratique, la Méchanique & l'Hydraulique. Le Roi paye pour cet effet un examinateur particulier.

L'intention de M. le Maréchal de *Vauban* étoit qu'après cet examen on envoyât les jeunes gens qui l'avoient ſubi, dans les places où il y avoit de grands travaux, pour les former dans le ſervice, & leur faire acquérir les différentes parties de la ſcience du Génie. Cette eſpece de noviciat devoit durer un an ou deux, après quoi il vouloit qu'on les examinât de nouveau pour juger de leurs talens & du progrès de leur application avant que de les admettre à l'état d'Ingénieur Ceux dont les talens auroient paru trop médiocres pour le Génie devoient être placés dans l'Infanterie, où les connoiſſances qu'ils avoient appriſes ne pouvoient que contribuer à en faire de bons Officiers.

Le Roi a établi à Mezieres, depuis

quelques années, une école particuliere pour le Génie.

Quoique tous les Ingénieurs doivent être également versés dans le service des places & dans celui de campagne, cependant comme il est difficile d'exceller en même tems dans chacun de ces deux services, peut-être seroit il à propos de les diviser en *Ingénieurs de places*, & *Ingénieurs de campagne*.

Ces deux états, dont M. le Maréchal de *Vauban* a réuni les différentes qualités dans le degré le plus éminent, supposent également la science de la fortification : mais comme on peut posséder le détail de la construction des travaux, qui ne s'apprend point en campagne, & ignorer, ou du moins ne point exceller dans ce détail, & être très-habile dans le service de campagne qui ne donne aucune idée de celui des places, le partage de ces deux fonctions pourroit peut-

être donner lieu de former des ſujets plus habiles dans chacune de ces deux parties du Génie.

Le ſervice de campagne demande beaucoup de connoiſſance de l'art de la guerre ; il exige d'ailleurs une grande vivacité d'eſprit & d'intelligence pour imaginer & exécuter en même tems les différens travaux néceſſaires en campagne pour fortifier les camps & les poſtes qu'on veut défendre : « on n'étudie point cette ma-
» tiere, dans les places, dit M. de *Clai-*
» *rac* dans l'*Ingénieur de campagne*,
» parce que ce n'eſt point l'objet pré-
» ſent..... D'ailleurs, quel que ſoit le
» rapport de la fortification de campa-
» gne avec celle des places, la ſcience
» de celle-ci ne ſuffit pas toujours pour
» développer pleinement ce qui con-
» cerne l'autre ». C'eſt pourquoi dès que les travaux de l'Ingénieur en campagne exigent une étude particuliere, il ſemble qu'il ſeroit très-convenable

de

de s'y appliquer aussi particulierement.

Les qualités nécessaires aux Ingénieurs de guerre ou de campagne sont, suivant M. le Maréchal de *Vauban*, « beaucoup de cœur, beaucoup d'esprit, un génie solide, & » outre cela, *une étude perpétuelle & » une expérience consommée sur les » principales parties de la guerre:* mais » si la nature rassemble très-rarement » ces trois premieres qualités dans un » seul homme, il est encore plus extraordinaire d'en voir échapper à la » violence de nos sieges, & qui puissent » vivre assez pour pouvoir acquérir » les deux autres. Le métier est grand » & noble, mais il mérite un génie » fait exprès & l'application de plusieurs années ».

Aux qualités précédentes, « il faut » encore, dit M. *Maigret*, joindre » l'activité & la vigilance absolument » nécessaires dans toutes les actions » de la guerre, mais sur-tout dans

» l'attaque des places qui espèrent
» secours, il ne faut point donner le
» tems aux assiégés de se reconnoître;
» qui y perd une heure en perd pour
» le moins deux, & un seul moment
» perdu en ces occasions est quelquefois
» irréparable. C'est par l'activité & la
» vigilance, que les Ingénieurs contrai-
» gnent souvent des assiégés à capitu-
» ler, qui ne le feroient que long-tems
» après, si ces Ingénieurs n'avoient pas
» usé d'une grande promptitude dans
» le progrès des attaques ».

Aux deux divisions précédentes d'*Ingénieur* de place & d'*Ingénieur* de campagne, peut-être seroit-il encore à propos de faire une troisieme classe pour la fortification des places maritimes, qui demande une étude particuliere, & dans laquelle il est difficile d'exceller sans beaucoup de travail & d'application. Il suffit, pour s'en convaincre, d'une étude sérieuse & réfléchie des deux derniers volu-

mes de l'Architecture hydraulique, par M. *Belidor.*

Les appointemens des Ingénieurs lorſqu'on les reçoit, ſont de ſix cents livres par an. Ils augmentent enſuite ſelon le mérite & l'ancienneté. Dans les ſiéges & en campagne, les moindres appointemens de ceux qu'on y emploie ſont de cent cinquante livres par mois.

Les Ingénieurs obtiennent les mêmes grades militaires & les mêmes récompenſes que les Officiers des autres troupes. Ainſi ils parviennent à celui de Brigadier, de Maréchal-de-Camp, de Lieutenant-Général, & même de Maréchal de France, comme l'a été M. de *Vauban.* Ils ont auſſi des penſions, des Majorités, des Gouvernemens de places, &c.

Le nombre des Ingénieurs en France étoit autrefois de trois cens, il a été mis à quatre cens depuis la derniere guerre. Ils ſont partagés dans

les différentes places fortifiées du Royaume. En tems de guerre on en forme des détachemens à la suite des armées. Ceux qui servent dans les siéges sont partagés en brigades, à la tête de chacune desquelles est un ancien Ingénieur, auquel on donne le nom de *Brigadier*. Ces brigades se relevent toutes les vingt-quatre heures.

Dans les places où il y a plusieurs Ingénieurs, le premier est appellé *Ingénieur en chef*. Il a la direction principale de tous les travaux; les autres agissent sous ses ordres.

Les appointemens des Ingénieurs en chef sont de 1800 livres; mais ils ont outre cela des récompenses & des gratifications. Cette place demande des soins infinis, dit M. le Maréchal de *Vauban*, « une activité perpé» tuelle, beaucoup de conduite, de » bon sens, d'expérience dans tous » les ouvrages de terre, de bois & » de pierre, avec une parfaite intel-

» ligence de toutes les différentes eſ-
» peces de matériaux, de leur prix
» & de la capacité des ouvriers. Ces
» qualités ſont ſi néceſſaires dans la
» conduite des grands travaux, que
» par-tout où elles ſe trouvent man-
» quer, on peut s'aſſurer que le moin-
» dre mal qui en puiſſe arriver ſera
» un retardement, une longue &
» ennuyeuſe conſtruction, quantité
» de mal-façons, & toujours beau-
» coup de dépenſe ſuperflue : acci-
» dens à jamais inſéparables de la
» médiocre intelligence de ceux qui
» en feront chargés ».



TABLE

Des Titres & des Problêmes contenus dans cet Ouvrage.

Fin de la Table.

APPROBATION.

J'AI lu, par ordre de Monſeigneur le Chancelier, un Manuſcrit intitulé : *Élémens de Fortification.* C'eſt un ouvrage propre à donner une idée nette & claire de la Fortification. Il répond bien au but que l'Auteur s'eſt propoſé d'initier avec facilité les jeunes Militaires dans une Science qu'ils doivent ſavoir néceſſairement, en leur rendant raiſon de leurs opérations. Fait à Paris ce 18 Mai 1739.

MONTCARVILLE.

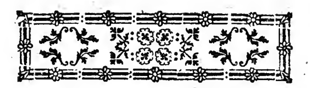
Le Privilege ſe trouve à la fin de la nouvelle édition de cet ouvrage *in*-8°.

Faute à corriger.

PAge 131, *lig.* 10 : large de 12 à 15 pieds, *liſez*, large de 20 à 24 pieds.

On fera la même correction dans l'édition *in*-8°. ce cet ouvrage, page 90, ligne 12, à l'article de la caponniere.

ELEMENS



ÉLÉMENS DE FORTIFICATION.

PREMIERE PARTIE.

Dans laquelle on traite de tout ce qui appartient à l'enceinte des Places de Guerre.

I.

Définitions, ou explication de la Fortification & de ses principales parties.

1. LA fortification est l'art de disposer toutes les parties de l'enceinte d'une place, ou d'un autre lieu, de maniere que les hommes qui s'y

trouvent renfermés, puiſſent s'y défendre, & réſiſter long-tems aux attaques d'un plus grand nombre qui voudroit s'en emparer ou les en chaſſer.

La fortification eſt *naturelle*, ou *artificielle*.

2. La premiere eſt celle dans laquelle la ſituation propre du lieu en empêche l'accès à l'ennemi. Telle ſeroit une place ſur le ſommet d'une montagne dont les avenues ou les chemins pourroient être fermés facilement; telle ſeroit encore une place entourée de marais inacceſſibles, &c. Ces obſtacles & ceux de pareille eſpece que la nature oppoſe à l'ennemi, ſont appellés des *fortifications naturelles*.

3. Les fortifications artificielles ſont celles dans leſquelles on emploie le ſecours de l'art & du génie pour ſe mettre en état de réſiſter aux efforts de l'ennemi. Les ouvrages que l'on conſtruit à cet effet, ſont ce qu'on appelle les *fortifications* de la place.

Il ſuit de ces définitions que tout lieu dont l'ennemi ne peut ſe rendre maître qu'en ſurmontant différens

obſtacles, qui lui donnent un déſavantage évident à l'égard de ceux qui le défendent, eſt un lieu fortifié.

4. La fortification artificielle ſe diviſe en deux parties, ſavoir, en *fortification durable*, & en *paſſagere*.

La premiere s'emploie dans les places & dans les autres lieux qu'on veut mettre en état de réſiſter en tous tems à l'ennemi.

La ſeconde a ſeulement lieu en campagne. Elle conſiſte dans les différens ouvrages, ou petits forts que l'on fait pour ſe retrancher, fortifier un camp, un pont, &c. leſquels ouvrages ne ſubſiſtent que pendant la durée de la guerre, ou pendant que les armées ſont en campagne.

On ne traitera dans cet ouvrage que des fortifications artificielles, employées à la défenſe des villes de *guerre*, qu'on appelle auſſi *places fortifiées*, ou *places fortes*.

Les fortifications des places ſont toujours compoſées *d'un rempart*, *d'un foſſé* & *d'un chemin couvert*.

5. Le rempart eſt une levée de terre qui entoure la place de tous les côtés acceſſibles : ſa largeur eſt

ordinairement de 9 toiſes en haut, & de 13 ou 14 toiſes en bas.

Sa hauteur eſt différente ſuivant la ſituation & le terrein de la place ; elle eſt communément de 3 toiſes.

L'objet du rempart eſt de couvrir par ſa hauteur les parties les plus eſſentielles de la place, comme ſont les magaſins à poudre & les principaux édifices ; de fermer auſſi l'entrée de la ville à ceux qui voudroient s'en emparer, & d'élever ceux qui la défendent, pour leur faire découvrir la campagne dans toute l'étendue de la portée du canon, ce qui les met en état de plonger avec avantage dans les travaux de l'Ennemi.

6. La pente des terres du rempart du côté de la ville, ſe nomme le *talud intérieur* : on lui donne ordinairement une fois & demi la hauteur du rempart, enſorte que cette hauteur étant de 18 pieds, le talud intérieur en aura 27. Ce talud eſt celui que la terre prend naturellement lorſqu'elle n'eſt point ſoutenue.

Il ſe compte du pied d'une ligne à plomb ou perpendiculaire, abaiſſée du haut du rempart, de la li-

gne qui termine sa largeur supérieure, sur le terrein où il est placé, jusqu'à l'endroit où commence, vers la place, la masse des terres du rempart : ainsi lorsque cette distance est de 17 pieds, on dit que le talud est de 17 pieds; il en a 12, si elle est de 12, &c.

7. Sur le bord extérieur du rempart, c'est à-dire, du côté de la campagne, on éleve une masse de terre d'environ 3 pieds d'épaisseur, & de sept pieds & demi de hauteur, laquelle se nomme le *parapet ;* elle sert à garantir ou à couvrir des coups de l'ennemi ceux qui sont sur le rempart.

8. L'on construit sur le rempart, au pied du parapet, une espece de petit degré, que l'on appelle *banquette*, dont l'usage est d'élever le soldat, pour qu'il puisse tirer dans la campagne par dessus le parapet.

9. Pour que le soldat commence à découvrir la campagne le plus près qu'il est possible de la ville, on donne une pente à la partie supérieure du parapet vers la campagne ; cette pente se nomme *le talud supérieur*, ou *la plongée du parapet.*

10. La partie supérieur du rempart qui reste après que l'on a élevé le parapet, se nomme *le terreplein du rempart*. C'est sur le terreplein que sont placés les hommes & les machines destinés à défendre la place, parce qu'outre que l'élévation du rempart donne plus de facilité pour découvrir la campagne, il est plus difficile de se parer des coups qui sont tirés du haut en bas & en plongeant, que de ceux qui seroient tirés d'un lieu de pareille hauteur à celui qu'occupe l'ennemi.

On plante communément plusieurs rangs d'arbres sur le rempart. Il en résulte un ornement pour la ville, & dans un tems de siege ces arbres fournissent du bois pour les différens ouvrages que la défense exige.

11. Le rempart & le parapet sont ordinairement soutenus du côté de la campagne par une muraille de pierres ou de briques, qui se nomme le *revêtement ;* on dit alors que le *rempart est revêtu :* autrement il est *gazonné*, c'est-à-dire, qu'il est de terre, & couvert de gazon du côté extérieur, sans aucune maçonnerie.

12. Pour ſoutenir les terres du rempart, & afin que le revêtement puiſſe mieux réſiſter à l'effort qu'elles font contre lui, on lui ajoute dans l'intérieur du rempart, & de 15 en 15 pieds, des ſolides de maçonnerie de la même hauteur que le rempart: on les nomme *éperons*, ou plus communément *contreforts*.

13. Lorſque le rempart eſt revêtu, il regne dans toute ſa partie extérieure, au pied du parapet, un rang de pierres arrondies qui ſaillent hors le revêtement d'environ un demi-pied: on le nomme *cordon*.

14. On a pratiqué autrefois dans les places de guerre vis-à-vis le revêtement ou le côté extérieur du parapet, un chemin de 3 ou 4 pieds de largeur par le bas, formé d'un parapet d'environ 3 pieds & demi de hauteur, ſur un pied & demi d'épaiſſeur. Ce chemin ſervoit à faire la *ronde*, c'eſt pourquoi on l'appelloit *chemin des rondes*.

On ne trouve plus de chemin des rondes que dans les anciennes fortifications. On l'a ſupprimé dans les modernes, parce qu'il obligeoit d'é-

ſargir le rempart. Mais outre qu'il eſt certain que les rondes ſe font plus facilement, lorſqu'il y a un chemin des rondes, que lorſqu'il n'y en a point, l'ennemi en cas d'attaque, a auſſi plus de difficulté à ruiner le parapet, qui ſe trouve ſoutenu par le terreplein de ce chemin. Auſſi M. le Maréchal de Vauban dit-il dans ſa *défenſe des places*, que *s'il avoit à recommencer à en faire de nouvelles, il feroit un chemin des rondes.*

15. L'*eſcarpe* ou le *talud extérieur*, eſt la pente du revêtement vers la campagne. Elle commence toujours au cordon, ſur lequel le revêtement du parapet eſt à plomb.

Lorſque le rempart n'eſt pas revêtu de maçonnerie, l'eſcarpe commence à la partie ſupérieure du parapet. On a fait le talud extérieur le plus petit qu'il eſt poſſible, afin qu'il ne puiſſe pas ſervir de montée ou de rampe pour s'introduire dans la place.

16. La ligne que l'on imagine paſſer par la partie ſupérieure du cordon, ſe nomme *ligne magiſtrale.* C'eſt elle que repréſente le principal



trait dans les plans, & d'où l'on commence à compter les largeurs de chaque partie de la fortification.

Le rempart a des parties *ABCDE*, *FGHIL*, qui ſaillent vers la campagne, leſquelles ſe nomment *baſtions. Planc. premiere, fig. prem.*

17. Un baſtion *ABCDE*, eſt formé par quatre lignes, deux deſquelles *BC*, *CD*, que l'on nomme *faces*, forment un angle ſaillant *BCD*, vers la campagne, qui eſt appellé *angle flanqué* : chacune des deux autres lignes *AB*, *DE*, ſe nomment *flanc*. La partie *EF* de l'enceinte entre deux baſtions, eſt appellée *courtine*. Fig. 1.

Il eſt clair que l'enceinte d'une place n'eſt formée ou composée que de *faces*, *de flancs* & *de courtines*.

18. Les angles, comme *ABC*, *CDE*, formés par une face & par un flanc, ſont appellés *angles de l'épaule*, & ceux, comme *DEF*, *EFG*, qui ſont formés par une courtine & par un flanc, ſont appellés *angles du flanc*.

19. Une ligne, comme *CH*, qui ſe termine au ſommet des angles

flanqués de deux baſtions voiſins, ſe nomme *le côté du polygone extérieur*, ou ſimplement *le polygone.*

20. Une ligne, comme *OH*, menée du centre *O* de la place à l'angle flanqué *H* d'un baſtion, eſt appellé *le rayon extérieur.*

21. Le prolongement *FK* d'une courtine *EF* juſqu'au rayon extérieur, ſe nomme *demi-gorge du baſtion.* Deux demi-gorges *FK*, *KL*, forment un angle *FKL*, appellé *l'angle du centre du baſtion.*

22. Une courtine *LM*, & deux demi-gorges *LK*, *MN*, donnent *le côté du polygone intérieur KN*, qui n'eſt autre choſe que la ligne droite qui joint les centres de deux baſtions voiſins.

23. La ligne *OK*, ou *ON*, tirée du centre *O* de la place au centre *K* ou *N* d'un baſtion, ſe nomme *le rayon intérieur.*

24. Une ligne, comme *KH*, ou *NP*, tirée du centre *K* ou *N* d'un baſtion au ſommet *H* ou *P* d'un angle flanqué, ſe nomme *la capitale du baſtion.* C'eſt la différence du rayon extérieur & du rayon intérieur,

25. Tout angle *HOP*, formé par deux rayons *OH*, *OP*, tirés du centre *O* aux extrêmités du même côté *HP*, se nomme *l'angle du centre du polygône;* & l'angle *CHP* formé par deux côtés du polygone *CH*, *HP*, se nomme l'*angle de la circonférence de polygone.*

26. Les lignes *FC*, *EH*, &c. tirées des angles du flanc aux angles flanqués *C* & *H* des bastions, sont appellées *lignes de défense* Lorsqu'elles suivent le prolongement des faces, comme *CF*, *HE*, elles sont nommées *lignes de défense rasante.* Si le prolongement de la face du bastion donne sur la courtine, comme *Fig. 2.* dans la figure seconde, où la face *CD*, étant prolongée, rencontre la courtine dans un point *G*, alors la ligne de défense *CF*, est nommée *fichante;* la partie *GF* de la courtine, comprise entre l'angle du flanc *F* & le point *G* où aboutit le prolongement de la face *CD*, est appellée *second flanc.*

27. L'angle *CRH*, formé par le concours de deux lignes de défense, se nomme *l'angle de la tenaille*, ou

plus communément *l'angle flanquant.*

28. Les angles, comme *DCH*, *GHC*, &c. formés par les faces du bastion & les côtés du polygone, sont appellés *angles diminués*. Ils sont la différence du demi-angle de la circonférence du polygone & du demi-angle flanqué du bastion.

29. Les angles, comme *CFE*, *HEF*, formés par la ligne de défense & la courtine, sont appellés *angles flanquans intérieurs.*

30. Les lignes qui ne servent que pour la construction du plan, & qui ne paroissent point lorsqu'il est achevé, sont appellées *lignes de construction.* Telles sont les lignes de défense, le côté du Polygone, les demi-gorges, les capitales des bastions, &c.

31. On fait des coupures pour le service du canon dans le parapet des flancs, dans celui des faces vers l'épaule du bastion, & même quelquefois dans la courtine. Elles sont construites comme on le voit fig. 3. On les nomme *embrasures.*

Fig. 3. L'ouverture *CD* du côté de la pla-

ce a deux pieds & demi de largeur. Celle du côté de la campagne *AF*, a 9 pieds. Elle eſt plus grande que l'autre, afin que la canon puiſſe tirer à droite & à gauche du lieu où il eſt placé.

Le plus étroit *E* de l'embraſure a 2 pieds de largeur. Il eſt à un pied de diſtance du côté intérieur du parapet.

La partie du parapet *FEDIGL*, compriſe entre deux embraſures, ſe nomme *merlon*. Pour que cette partie ait quelque ſolidité, on eſpace les embraſures de maniere que du milieu d'une embraſure à l'autre il y ait 3 toiſes ou 18 pieds. La partie ſupérieure du parapet de l'embraſure eſt en pente, comme la plongée du parapet des autres parties de l'enceinte : on la dirige de maniere que le canon appuyé ſur cette pente, puiſſe découvrir les ouvrages qui lui ſont immédiatement oppoſés.

Dans les plans, les embraſures ſe marquent par un petit triangle iſoſcele, dont la pointe ou le ſommet eſt du côté de la place.

32. Lorſque le parapet n'eſt formé

que d'une ſimple muraille, derriere laquelle on veut faire tirer les ſoldats ſans qu'ils ſe découvrent, on y pratique des eſpeces de trous appellés *crénaux*. Ils ont environ un pouce & demi de diametre. Les crénaux ſont faits pour le ſervice du fuſil, comme les embraſures le ſont pour celui du canon.

I I.

Du Foſſé.

33. Le foſſé eſt une eſpece de creux ou de profondeur qu'on pratique toujours au pied du rempart, du côté de la campagne. Son uſage eſt d'arrêter l'ennemi par la difficulté de le paſſer. Il ſert auſſi à augmenter l'eſcarpement ou la hauteur du revêtement, & à fournir les terres néceſſaires à la conſtruction du rempart.

Fig. 1. 34. La ligne *abd*, qui termine la largeur du foſſé du côté de la campagne, ſe nomme *contreſcarpe :* elle eſt ordinairement revêtue de maçonnerie, afin d'empêcher l'éboulement des terres dans le foſſé.

35. Lorsque le rempart est revêtu, son talud extérieur est continué jusqu'au fond du fossé; & quand il ne l'est point, ce talud se termine au bord du fossé, au niveau de la campagne : alors on laisse entre le pied du rempart & le fossé un petit chemin que l'on nomme *berme* ou *relais*, dont l'usage est de soutenir les terres du rempart, & d'empêcher qu'elles ne s'écroulent dans le fossé.

36. Si le rempart n'est point revêtu, il faut pour le soutenir lui donner plus de talud, ce qui l'expose à être franchi plus facilement : mais pour y remédier, on plante à peu près horizontalement dans la partie extérieure du rempart, & vis-à-vis le pied du parapet, des pieux de 8 ou 9 pieds de long, fort proches les uns des autres, enfoncés de la moitié ou des deux tiers dans le rempart, & un peu inclinés vers le fossé. Ces pieux ainsi disposés, sont nommés *fraizes*: lorsqu'un rempart en est garni, on dit *qu'il est fraizé*.

On incline le bout des fraizes vers le fossé, afin que les grenades & les bombes que l'ennemi peut jetter

deſſus, ne s'y arrêtent point, & qu'elles tombent dans le foſſé. Elles ſont jointes enſemble par une eſpece de linteau ou de traverſe à laquelle elles ſont ſolidement attachées.

Les fraizes ſervent encore à empêcher la déſertion.

Pour empêcher l'accès du rempart, on plante auſſi de pareilles pieces de bois ſur la berme ; fort proches les unes des autres, mais verticalement ou perpendiculairement ; on y plante auſſi quelquefois une haie vive.

37. On trouve dans quelques places une ſeconde enceinte au bord du foſſé, laquelle ſe nomme *fauſſe braie*. Elle ne conſiſte que dans un eſpace de 4 à 5 toiſes, au niveau de la campagne, entre le bord du foſſé & le côté extérieur du rempart. Cet eſpace eſt couvert d'un parapet conſtruit de la même maniere que celui du rempart. L'uſage de la fauſſe braie eſt de défendre le foſſé par des coups qui étant tirés d'un lieu moins élevé que le rempart, puiſſent être plus facilement dirigés vers toutes les parties du foſſé.

38.

38. Le foſſé des places fortes eſt ſec ou plein d'eau ; l'un & l'autre ont leurs avantages & leurs inconvéniens.

Le foſſé ſec ſe défend mieux que le foſſé plein d'eau : on y diſpute le terrein pied à pied à l'ennemi ; mais auſſi il met moins à couvert des ſurpriſes.

Le foſſé plein d'eau eſt meilleur à cet égard ; mais il ne donne pas la même facilité pour faire des ſorties ſur l'ennemi.

Il ne dépend point de l'Ingénieur qui fortifie une ville, d'en faire les foſſés ſecs ou pleins d'eau. Il eſt obligé de ſe conformer à la nature du lieu où ſe bâtit la fortereſſe. Ainſi dans les lieux aquatiques, le foſſé eſt plein d'eau : il eſt ſec dans les autres.

Les meilleurs de tous les foſſés ſont ceux qui ſont ſecs, & qu'on peut remplir d'eau quand on le veut, comme ſont les foſſés de *Landaw*, de *Valenciennes*, & de quelques autres places.

39. La largeur du foſſé eſt ordinairement de 15 à 20 toiſes & ſa profondeur de 3 Mais comme il doit fournir les terres néceſſaires à la conſ-

truction du rempart, dans les lieux où on ne peut lui donner beaucoup de profondeur, on est obligé de proportionner sa largeur relativement aux terres qu'on veut en tirer.

40. Lorsque le fossé est sec, on pratique quelquefois dans le milieu un autre petit fossé, que l'on appelle *cunette* ou *cuvettte*. Il sert à l'écoulement des eaux qui tombent dans le grand fossé. La cunette doit être construite de maniere à ne point donner de couvert à l'ennemi, lorsqu'il veut passer le fossé.

Fig. 1. Le fossé fait toujours un angle *abd* rentrant vis-à-vis la courtine. On en dira la raison dans la suite. Il est arrondi vis-à-vis les angles flanqués des bastions. On pratique à ses arrondissemens & à ses angles rentrans, de petits degrés pour descendre dans le fossé : ils sont nommés *pas de souris*.

III.

Du Chemin couvert.

41. Après le fossé suit immédiatement *le chemin couvert*. C'est un

espace de 5 à 6 toises de largeur, *Fig.* 1.
terminé par une ligne parallele à la contrescarpe : il est couvert par une élévation de terre d'environ 7 pieds & demi de hauteur, qui lui sert de parapet : elle va se perdre en pente dans la campagne, à 20 ou 25 toises du côté extérieur du chemin couvert. Cette pente se nomme *le glacis*.

Le chemin couvert sert à éloigner l'ennemi de la place, & à empêcher l'approche du fossé. Son parapet couvre le rempart, de maniere que pour le battre ou le ruiner, il faut être établi sur le haut du glacis, parce que l'on dirige son prolongement, du côté de la place, vers le haut du parapet, c'est-à-dire, un peu au dessus du cordon.

Le chemin couvert n'a pas ordinairement d'élévation sur le niveau de la campagne; au contraire, il est quelquefois plus bas d'un pied & demi ou de deux pieds; ce qui arrive lorsque le fossé ne fournit pas assez de terres pour former le glacis.

Au pied intérieur du parapet du chemin couvert, regne une banquette,

comme au pied du parapet du rempart. Elle a le même usage, c'est-à-dire, qu'elle sert à élever le soldat pour qu'il puisse tirer par dessus le glacis, & découvrir la campagne.

Lorsque le chemin couvert est plus bas que le niveau de la campagne, on lui donne deux banquettes.

On plante des *palissades* sur la banquette supérieure du chemin couvert, lorsqu'il y a deux banquettes, ou simplement sur la banquette lorsqu'il n'y en a qu'une.

42. Ces palissades sont des pieux quarrés & pointus par le haut, enfoncés de 2 ou 3 pieds dans le terreplein de la banquette, & qui débordent d'environ 9 pouces la *crête*, ou la plus grande élévation du glacis. Elles se mettent le long du côté extérieur de la banquette, c'est-à-dire, immédiatement au pied du côté intérieur du chemin couvert. On ne laisse d'intervalle entr'elles que pour passer le bout du fusil : pour rendre leur situation plus fixe ou plus solide, on les joint ensemble par des traverses ou pieces de bois posées horizontalement, auxquelles elles sont

attachées avec de grands clous rivés en dehors. Ces traverses de bois forment une espece de cordon, qu'on appelle le *linteau* des palissades.

L'usage des palissades est d'empêcher l'ennemi de sauter dans le chemin couvert. Elles ne débordent la hauteur du glacis ou du parapet du chemin couvert que d'environ 9 ou 10 pouces, afin de ne pas donner prise au canon, qui pourroit les ruiner de loin, si elles avoient une plus grande saillie.

43. Le chemin couvert est plus spacieux à ses angles rentrans qu'aux autres endroits. On y pratique des espaces *cih*, que l'on nomme *places d'armes*. Elles servent à assembler les soldats qui doivent défendre le chemin couvert, & à flanquer toutes ses parties. *Fig. 1.*

44. Il y a aussi des places d'armes aux angles saillans du chemin couvert; elles sont formés par l'arrondissement de la contrescarpe, au lieu que celles des angles rentrans sont prises dans le glacis.

45. Les différens côtés ou parties du chemin couvert en sont appellés les *branches*.

46. On trouve de diſtance en diſtance dans les branches du chemin couvert, des ſolides de terre qui en occupent toute la largeur, à l'exception d'un petit paſſage pour le ſoldat, on les nomme *traverſes*. Elles ſont de la même hauteur que le glacis, & de la même épaiſſeur que le parapet du rempart. Leur uſage eſt d'empêcher que le chemin couvert ne ſoit *enfilé*; c'eſt-à-dire, qu'il ne ſoit vu dans toute ſa longueur par l'ennemi.

47. L'on conſtruit quelquefois un foſſé & un chemin couvert avec ſon glacis, au-delà du glacis du premier chemin couvert; on les nomme *avant foſſé* & *avant-chemin couvert.*

48. On appelle *feu raſant* les coups tirés avec les armes à feu horizontalement, & qui ne ſont élevés ſur le niveau de la campagne, que de 4 à 5 pieds, comme ſont les coups qui ſont tirés par deſſus le parapet du chemin couvert. On appelle encore feu raſant, celui qui raſe les pieces qu'il défend.

Les termes que l'on vient d'expliquer, ſont les plus utiles pour l'in-

telligence des fortifications. A l'égard des autres, on les expliquera dans les lieux où l'on en aura besoin.

AVIS.

Il est très-essentiel à ceux qui veulent apprendre la fortification, de bien se mettre dans l'esprit les regles générales que l'expérience & la réflexion ont appris qu'il falloit y observer.

Pour les faire retenir plus facilement, & pour qu'on puisse se familiariser plus aisement aves les termes de cet art, on enseigne la fortification par le dessein, ou le tracé sur le papier, des différens ouvrages qui la composent: mais pour tirer de cette méthode les avantages qui peuvent en résulter, il est nécessaire que ce tracé soit raisonné, c'est-à-dire que les commençans se mettent en état de faire voir l'observation des regles de la fortification dans les ouvrages qu'ils ont construits, & de rendre compte de la position de la figure & de la grandeur de toutes ses parties. Autrement ils acquierent

uniquement la routine de dessiner un plan selon la méthode de l'auteur qu'on leur fait adopter, mais ils n'apprennent point la fortification.

Pour éviter cet inconvénient, on exhorte ceux qui étudieront ce petit ouvrage, de lire avec attention les remarques & les observations qu'ils y trouveront répandues. Elles les disposeront insensiblement à raisonner sur la fortification, & à en appliquer les regles ou les maximes suivant les différentes occasions où ils pourront en avoir besoin.

Pour qu'on puisse entrer plus aisément dans l'esprit de ces maximes, on va les faire précéder,

1°. De quelques observations sur la disposition des parties de l'enceinte des places.

Et 2°. d'un précis de la fortification des Anciens.

I V.

Observations sur la disposition des parties de l'enceinte des places.

PREMIERE OBSERVATION.

49. Il faut d'abord considérer que

lorsque

lorſque deux endroits ou deux parties de l'enceinte d'une place ſont tellement diſpoſés, que les balles de fuſil & les boulets de canon qui partent du premier, pour défendre le ſecond, vont frapper par le côté, ou par le derriere de l'ennemi qui s'y attacheroit, l'on dit *que le ſecond eſt flanqué ou défendu par le premier*, parce que dans la fortification le terme de *flanquer* veut dire *défendre*.

Ainſi les ſoldats placés ſur les flancs *GF* & *DE* (*Fig.* 1), pouvant découvrir le flanc ou le côté de ceux qui attaqueroient la courtine *EF* & les faces *CD* & *GH*, ces différentes lignes ſont flanquées des flancs *GF* & *DE*.

SECONDE OBSERVATION.

50. Obſervons après cela que la défenſe de flanc eſt la plus eſſentielle de la fortification, & qu'elle eſt infiniment préférable à la directe qui eſt propre à chaque ouvrage; car outre qu'il eſt aiſé de trouver des expédiens pour ſe mettre à couvert des coups tirés directement ou en face, on peut démontrer que ſi toute la

défenſe d'une place étoit de front ; c'eſt-à-dire, que l'enceinte n'eût point des parties plus avancées les unes que les autres pour ſe flanquer réciproquement, le pied extérieur du rempart ou de la muraille de cette enceinte ne ſeroit défendu d'aucun endroit.

Pl. 2, Fig. 4. Soit pour cela *ADC* la *coupe* ou le *profil* d'une partie de cette enceinte.

Le ſoldat placé ſur la banquette derriere le parapet en *A*, ne peut commencer à découvrir la campagne, qu'à l'endroit *B* où ſe termine le prolongement de la plongée du parapet.

Ainſi le pied *C* du revêtement & l'eſpace *CB* ne peuvent être défendus du ſoldat *A* ; ce qui eſt évident.

Si tous les côtés de l'enceinte font enſemble des angles ſaillans, nul des côtés de ces angles ne pourra défendre les autres : par conſéquent il y aura tout autour de la place un eſpace égal à la largeur *CB*, où l'ennemi étant venu, ſera à couvert des coups de ceux qui la défendent.

TROISIEME OBSERVATION.

51. Si l'on ſuppoſe que les côtés de l'enceinte forment alternativement des angles ſaillans & rentrans, les parties ſaillantes pourront (lorſque les angles rentrans ne ſeront ni trop aigus, ni trop obtus) être défendues par les rentrantes : mais ces dernieres auront toujours, au ſommet de l'angle rentrant, un eſpace en forme de quarré ou de loſange, qui ne ſera vu d'aucune partie de l'enceinte, & qui par cette raiſon ne pourra en être défendu. Cet eſpace ſera d'autant plus grand que l'angle rentrant ſera plus aigu ou plus ouvert, & le rempart plus élevé ; & il ſera le moindre poſſible, lorſque l'angle rentrant ſera droit (*a*). Mais comme dans tous ces cas cet angle produit tou-

(*a*) Pour juger de la grandeur de cet eſpace, il faut imaginer des paralleles aux côtés de l'enceinte qui forment l'angle ſaillant, qui en ſoient éloignées de la diſtance du pied du revêtement, à la ligne qui termine dans la campagne, le prolongement de la plongée du parapet.

Lorſque l'angle rentrant ſera droit, ces paralleles étant prolongées de part & d'autre

jours un eſpace ſans défenſe, on lui donne dans la fortification le nom d'*angle mort :* on ne l'admet que dans les ouvrages de terre peu élevés, où il cauſe moins d'inconvénient, & on le proſcrit abſolument de toutes les enceintes qu'on veut fortifier régulierement & exactement

Il ſuit des obſervations précédentes, qu'une place fortifiée par une enceinte dont les côtés formeroient ſeulement des angles ſaillans & rentrans, ne pourroit faire qu'une très médiocre réſiſtance, & l'on peut en con-

juſqu'à ſes côtés, formeront un quarré, dont chaque côté ſera égal à la largeur de l'eſpace qui ne peut être découvert du haut du rempart. Ce quarré ne pourra être vu de la place; mais de part & d'autre, au-delà de ſes côtés, les côtés de l'angle rentrant ſe flanqueront réciproquement.

Si l'angle rentrant eſt aigu ou obtus, les mêmes paralleles formeront un loſange, dont les côtés étant inclinés dans l'eſpace parallele précédent, ſeront plus grands que les côtés du quarré de l'angle rentrant droit. La perpendiculaire entre les côtés de ce loſange ſera toujours la même; mais comme la baſe ſera plus grande que celle du quarré, la ſurface le ſera également: donc, &c.

clure qu'il faut des parties plus avancées que les côtés de l'enceinte, pour qu'elle en soit entierement défendue. Nous allons voir dans le précis suivant de la fortification des Anciens, ce qu'ils avoient imaginé pour cet effet.

V.

Abrégé de la Fortification des Anciens.

52. Les Anciens ayant observé le défaut des places fortifiées par de simples enceintes composées d'angles saillans & rentrans, inventerent les tours rondes & quarrées pour en augmenter la défense.

Ces tours *P* & *B* (*fig* 5.) étoient appuyées sur la muraille en dehors: elles étoient éloignées les unes des autres de la portée des armes dont on se servoit alors, c'est-à-dire, de l'arc & de la fronde. *Pl.* 2.

Au haut de la muraille & du côté de la ville, régnoit une espece de terreplein, sur lequel étoient placés les hommes qui défendoient la place. Ces hommes tiroient sur l'ennemi par des crénaux ou des coupures fai-

tes dans la muraille qui leur servoit de parapet.

Les tours avoient un parapet & un terreplein, comme le reste de l'enceinte. Leurs côtés *DF*, *AM*, perpendiculaires à l'enceinte, servoient à découvrir l'ennemi lorsqu'il vouloit attaquer la courtine *AD*, ou la partie de l'enceinte entre les tours. Comme les soldats placés sur ces perpendiculaires voyoient alors le flanc des ennemis, elles furent appellées les *flancs* des tours : les parties de l'enceinte qui en étoient défendues, en furent dites flanquées ; & c'est delà que s'est établi le terme de *flanquer* pour *défendre.*

Il est évident, par l'inspection de la figure 5, que les flancs des tours défendoient toutes les parties de l'enceinte, excepté la partie extérieure *FG* des tours quarrées, où l'ennemi pouvoit se dérober aux coups tirés des flancs, comme le font voir les lignes *AE* & *IE*. Car le soldat placé en *A* pouvoit bien tirer au coin de la tour en *F* : mais son coup allant en ligne droite, s'étendoit au-delà de *F*, dans la direction *AF* : il en étoit de même des coups tirés du point *I*.

Ainsi la partie ou le côté extérieur *FG* des tours étoit le plus foible & le moins défendu de la place ; mais on trouva bientôt le moyen de le fortifier par l'invention des *machicoulis* ou *masse-coulis*.

Les *machicoulis* ne consistoient que dans la saillie du haut de la muraille de l'enceinte ou du parapet, d'environ un pied sur le fossé (*a*). Cette saillie étoit soutenue par des supports de pierre, placés de distance en distance, à la partie extérieure du mur vis-à-vis le terreplein : on ne les éloignoit les uns des autres que de l'espace nécessaire pour découvrir facilement le pied du mur des tours ; & cela sans être exposé aux coups de l'ennemi, parce que la saillie du parapet en garantissoit.

On se servoit des intervalles de ces supports pour jetter des pierres, du plomb fondu, de l'huile bouillante, & différentes autres choses sur l'ennemi, lorsqu'il étoit parvenu au pied de la muraille de la tour. On

(*a*) On en trouve encore dans quelques anciennes fortifications, & dans la plupart des vieux châteaux.

s'en servoit encore pour faire couler ou tomber des masses fort pesantes qu'on retiroit avec des cordes. Ces masses par leur chûte & rechûte retardoient beaucoup le progrès des travaux de l'ennemi.

On construisoit quelquefois des machicoulis à toute la muraille de l'enceinte : mais la partie extérieure des tours étoit l'endroit où l'usage en étoit le plus indispensable.

Par le moyen des tours ainsi construites, l'enceinte de la place présentoit, comme le dit *Végece*, des parties saillantes & rentrantes, disposées de maniere que si les ennemis vouloient appliquer des échelles, ou approcher leurs machines contre les différentes parties de l'enceinte, on les voyoit de front, de côté, & presque par derriere, ensorte qu'ils étoient comme enfermés au milieu des batteries (*a*) de la place, qui les foudroyoient.

(*a*) Ces batteries étoient composées des machines de jet des Anciens, dont les principales sont la *baliste* & la *catapulte*, que Vegéce appelle *Onager*, Onagre.

La baliste servoit particulierement à lan-

Les tours dominoient sur le terre-plein de l'enceinte, c'est-à-dire, qu'elles étoient plus élevées. Par-là elles avoient l'avantage de découvrir l'ennemi, non-seulement de plus loin dans la campagne, mais encore de pouvoir défendre le rempart des courtines, lorsqu'il y étoit parvenu par l'escalade ou autrement.

Pour empêcher qu'il ne pût s'insinuer d'une courtine dans toute l'étendue du reste de l'enceinte, on observoit en bâtissant la place, de couper le rempart en dedans vis-à-vis les tours, & de leur largeur. On y substituoit, pour la communication, une espece de petit pont de bois qu'on pouvoit ôter très-promptement dans le besoin.

Telle étoit la fortification ordi-

cer de gros dards, & la catapulte ou l'onagre, à jetter des pierres. Rien ne pouvoit résister aux traits de la baliste; & quant à l'onagre, il poussoit des corps plus ou moins pesans *avec une violence comparable à celle de la foudre.* Voyez *les Institutions Militaires de Vegèce, le Traité de l'attaque & de la défense des places des Anciens, par M. le Chevalier Folard,* & *les Mémoires Militaires, par M. Guischardt.*

naire du corps de la place chez les Anciens : on dit ordinaire, parce qu'il y avoit des villes qu'on fortifioit quelquefois par une double & même une triple enceinte de pareille espece.

L'enceinte étoit environnée du côté de la campagne d'un large & profond fossé, qui retardoit l'approche des machines dont on se servoit alors pour battre les places (*a*), & qui rendoit l'accès du rempart plus escarpé, plus difficile & moins propre à l'*escalade*, c'est-à-dire, à monter dessus avec des échelles.

Cette fortification étoit de la plus haute antiquité, & elle a subsisté jusqu'à la découverte de la poudre à canon, ou plutôt jusqu'à l'invention de cette redouta-

(*a*) La principale de ces machines étoit le *belier*. Le belier étoit une grosse poutre ferrée par le bout en forme de tête de belier. On s'en servoit pour battre les murailles en le poussant à force de bras par le moyen des cables ou des chaînes avec lesquelles il étoit suspendu. On faisoit jouer le belier, ou sous une espece de cabane ou galerie de charpente, à laquelle on donnoit le nom de *tortue*, ou dans une tour de bois destinée à cet effet.

ble machine pour battre & ruiner les places.

Il fallut alors abandonner les machicoulis qui en étoient d'abord ruinés, & augmenter l'épaisseur du parapet, pour le mettre en état de résister à l'effort du canon.

L'épaisseur qu'on fut obligé de donner au parapet, diminuant le terrein des tours, fit sentir la nécessité de les agrandir; mais par-là la partie extérieure *FG* des tours quarrées, qui regardoit la campagne, & qui ne pouvoit être défendue des flancs voisins, devenoit aussi plus grande, & par conséquent plus préjudiciable à la place. Les tours rondes, déja plus avantageuses que les tours quarrées par leur figure pour soutenir l'effort des machines avec lesquelles on battoit les places, l'étoient encore, parce que le pied *L* de la partie la plus avancée vers la campagne qu'on ne pouvoit découvrir des flancs des tours voisines, étoit plus petit dans ces tours que dans les quarrées; mais comme il étoit plus que suffisant pour qu'un homme y pût travailler presque sans obstacle, & s'insinuer dans l'intérieur

Pl. 2, Fig. 5.

de la tour pour la faire sauter par la *mine* (*a*), & ouvrir ainsi la place à cet endroit, on sentit la nécessité de rectifier la figure des tours pour obvier à cet inconvénient.

Pour cet effet on jugea qu'il falloit enfermer dans le terrein de la tour le petit espace qui n'étoit point défendu. On la termina donc du côté de la campagne par un angle saillant *FEG*, formé des lignes *AF* & *IG*, tirées des points *A* & *I*, (ou de quelques au-

Fig. 5.

(*a*) On appelle *mines*, de petites chambres creusées en terre, sous un lieu que l'on veut faire sauter, & qui sont remplies de poudre. Le chemin souterrein qui conduit à la mine, se nomme *galerie*. Afin que la mine ne fasse pas son effet du côté de la galerie, on en remplit une partie de pierres, de terre, de fumier & de *fascines*, qui ne sont autre chose que de gros & longs fagots : on arrête le tout ensemble par des pieces de bois mises en croix de S. André, ou en sautoir. On met le feu à la mine par le moyen d'un tuyau de cuir plein de poudre, dont une extrêmité est dans la chambre de la mine, & l'autre hors de la galerie. Ce tuyau de cuir se nomme *saucisson* : afin que la poudre ne contracte point d'humidité dans ce tuyau, on le met dans un canal de bois, que l'on nomme *auget*.

tres points pris sur les courtines *AD, IH*) aux angles de l'épaule des tours, & prolongées jusqu'à leur rencontre dans un point *E*. Les tours ainsi corrigées furent d'abord appellées *boulevards*, & ensuite *bastions*. Leur usage ne paroît guere s'être établi que vers l'an 1500 ou 1550 (*a*).

(*a*) Il est assez difficile de fixer l'époque précise de l'invention des bastions. Il y a des Auteurs qui les attribuent à *Zisca*, Chef des Hussites en Bohême. On prétend qu'il s'en servit dans la fortification de Tabord. M. le Chevalier Folard croit que c'est *Achmet Bassa*, qui ayant pris *Otrante* en 1480, la fit fortifier avec les bastions qui y subsistent encore. *Passino* Ferrarois, qui a fortifié Sedan le premier, attribue dans un ouvrage imprimé en 1570, l'abolition de la *fortification antique*, ou avec des tours, ou l'introduction de la moderne ou avec des bastions, à l'usage de l'artillerie dans les sieges ; ce qui paroît effectivement vrai : mais comme cet Auteur a écrit en 1570, son Livre sert à prouver que cette fortification moderne ne venoit que de s'établir. On en trouve encore des preuves dans plusieurs Auteurs Italiens, & entre autres dans un Ouvrage de *Tartaglia*, imprimé à Venise en 1546.

M. le Marquis de Maffei prétend (& sa prétention paroît très-vraisemblable)

Les bastions furent d'abord fort petits, comme on le voit par ceux qui subsistent encore dans plusieurs villes; mais les Ingénieurs les agrandirent insensiblement pour les mettre en état de contenir plus de monde, & de faire une meilleure défense.

Cette description abrégée de l'an-

que ce sont les Italiens qui sont les inventeurs des bastions. Il en donne l'honneur à un Ingénieur de Vérone, nommé *San-Micheli*, qui fortifia Vérone avec des bastions que M. *de Maffei* croit avoir servi de modele à tous les autres. Quoi qu'il en soit, on voit par les inscriptions qui sont sur ces bastions, qu'ils doivent être des premiers & des plus anciens. Il y a de ces inscriptions qui portent 1523, 1529, &c. Les murs en sont très-solidement bâtis, & ils sont encore en très-bon état, quoiqu'ils aient plus de deux cens ans de construction.

Le premier qui a écrit en France sur la fortification moderne ou avec bastions, est *Errard* de Bar-le-Duc, Ingénieur du Roi Henri IV. Daniel *Speckle* (Allemand), Ingénieur de la ville de Strasbourg, qui mourut en 1589. avoit aussi écrit sur cette nouvelle fortification un ouvrage qui est encore estimé. Cet ouvrage est postérieur à ceux de plusieurs Italiens; mais il est antérieur à celui d'Errard.

tienne fortification & de l'invention des bastions, fait connoître combien il est important que toutes les parties de l'enceinte se flanquent réciproquement : elle prouve aussi que la figure de ces bastions n'est point arbitraire, & que leur partie extérieure, ou vers la campagne, ne doit pas être terminée par des lignes courbes.

Il sera aisé à présent de sentir toute l'importance des principes ou maximes de la fortification, parce qu'ils résultent en partie des observations précédentes. On peut les réduire à quatre généraux.

V I.

Maximes ou Principes de la Fortification.

PREMIER PRINCIPE.

53. Il ne doit y avoir aucun endroit de l'enceinte d'une place forte qui ne soit vu & défendu de quelque autre partie de cette enceinte, c'est-à-dire, qu'elles doivent se flanquer réciproquement : les parties qui flanquent, comme les flancs, doivent être aussi grandes qu'il est possible de

le faire ſans préjudicier aux autres parties.

La premiere partie de ce principe n'a pas beſoin d'explication après tout ce qui précede : à l'égard de la ſeconde, on fera quelques obſervations ſur ce qu'elle preſcrit, lorſqu'on parlera de la grandeur des lignes du baſtion.

SECOND PRINCIPE.

54. Les parties de l'enceinte qui ſont flanquées par d'autres parties, n'en doivent être éloignées que de la portée des armes avec leſquelles on doit les défendre.

Explication.

Pl. 1. L'angle flanqué *C*, & la face *CD*, doivent être défendus par le flanc *GF*, c'eſt-à-dire, par les coups de canon ou de fuſil qui ſeront tirés de ce flanc : or, ſi la ligne de défenſe *CF* eſt plus grande que la portée du canon, il eſt évident que le point *C* ne pourra être défendu ni avec le canon, ni avec le fuſil, & qu'ainſi, quoique *C* ſoit vu du flanc *GF*, il n'en ſera point flanqué.

Il y a eu autrefois une queſtion célebre

célebre à ce ſujet parmi les Ingénieurs.

Les uns vouloient que la ligne de défenſe fût réglée ſur la portée du canon, parce que par-là on éloignoit beaucoup les baſtions les uns des autres, & qu'on diminuoit la dépenſe de la fortification.

Les autres prétendoient que cette ligne fût réglée ſur la portée du *mouſquet* (*a*) ou du fuſil, parce que les coups de canon ſont fort incertains;

(*a*) Le mouſquet eſt un arme à feu, ſemblable au fuſil, qui a été en uſage dans les troupes juſqu'en 1704 ou 1705. Le fuſil n'en differe guere que par la pierre qui ſert à lui faire prendre feu. A la place de cette pierre on ſe ſervoit de mêche dans le mouſquet: elle étoit attachée au *ſerpentin* par une petite vis. Ce ſerpentin étoit joint à la platine, comme le chien l'eſt au fuſil: ſon extrêmité ſe terminoit par une tête de ſerpent, qui formoit deux eſpeces de feuilles, entre leſquelles on arrêtoit la mêche. La préférence qu'on a donnée au fuſil ſur le mouſquet vient de ce qu'il eſt d'un ſervice plus prompt. Car on a remarqué qu'on pouvoit tirer aiſément quatre coups de fuſil contre deux de mouſquet. Comme les fuſils dont ſe ſervent les Soldats, portent à peu près auſſi loin que les mouſquets, on emploiera dans cet ouvrage leur portée pour celle du

que s'il vient à être démonté, on ne peut le rétablir sans perdre beaucoup de tems, ce qui rend pendant cet intervalle le flanc inutile.

Cette question a été décidée en faveur du fusil avec d'autant plus de raison, que la défense du fusil n'exclud point celle du canon ; ce qui n'est pas réciproque à l'égard du canon, & que lorsque l'on fortifie une place, il faut, comme le dit le Chevalier de Ville, *fermer les yeux & ouvrir la bourse.*

La longueur de la ligne de défense devant être de la portée du fusil, il s'agit de savoir quelle est cette portée. L'expérience fait voir que ceux qui sont en usage parmi les troupes, portent de but en blanc depuis 120 jusqu'à 140, & même 150 toises. La ligne de défense peut donc avoir depuis 120 jusqu'à 150 toises au plus.

TROISIEME PRINCIPE.

55. Les ouvrages que l'on construit

mousquet, & l'on se servira du terme de *fusil* au lieu de celui de *mousquet*.

pour se mettre à couvert de l'effet des armes avec lesquelles l'ennemi attaque les places, doivent être à l'épreuve de ces armes : ainsi l'ennemi attaquant les villes avec le canon, les parapets doivent être à l'épreuve du canon.

L'expérience a appris que pour mettre les parapets à l'épreuve du canon, il faut, lorsqu'ils sont de terre, leur donner 3 toises ou 18 pieds d'épaisseur, & même 22 pieds dans les terres sabloneuses. Lorsque le parapet est seulement de maçonnerie, il doit avoir 8 ou 9 pieds pour résister au canon.

QUATRIEME PRINCIPE.

56. Le rempart doit commander dans la campagne tout autour de la place à la portée du canon.

Explication.

Lorsqu'un endroit est plus élevé qu'un autre, on dit qu'il *le commande.*

Le commandement est simple ; lorsque la hauteur qui commande est élevée de 9 pieds plus que l'autre ;

il est double lorsqu'elle est de 18 pieds, triple, quand elle l'est de 27, & ainsi de suite, en prenant toujours 9 pieds pour un commandement.

L'on trouve trois sortes de commandemens; savoir, le *commandement de revers*, le *commandement de front*, & celui d'*enfilade*.

Lorsqu'une éminence qui commande un ouvrage, voit par derriere ceux qui sont sur le rempart de cet ouvrage, c'est le *commandement de revers*, & le plus dangereux de tous.

Lorsque l'éminence voit en face ceux qui sont sur le rempart, c'est le *commandement de front*.

Enfin lorsqu'elle les voit par le côté, c'est le *commandement d'enfilade*.

Il est évident qu'il est avantageux pour la place que son rempart commande la campagne, & qu'il n'en soit point commandé. Autrement l'ennemi ne seroit pas exposé au canon de la ville dans toute l'étendue de la portée de cette arme. S'il se trouvoit quelqu'élévation dans les environs de la place que l'ennemi

pût occuper, il s'en serviroit pour découvrir l'intérieur des ouvrages de la fortification, & pour les foudroyer.

Pour remédier à cet inconvénient on unit, autant qu'il est possible, le terrein autour de la place, à la distance de 1000 ou 1200 toises, qu'on peut considérer comme la moyenne portée du canon (a).

On ne souffre dans cet espace ni arbres, ni hauteurs, ni chemins creux où l'ennemi puisse se cacher; & lorsqu'il s'y en trouve, on les fait combler.

On rase les hauteurs, ou bien on s'en saisit par quelqu'ouvrage ou quelque piece de fortification, ou l'on couvre les endroits commandés par des levées de terres, qu'on nomme

(a) Feu M. du Metz, Lieutenant Général de l'artillerie & des armées du Roi, fit faire des expériences pour connoître la portée du canon. Les pieces étant pointées ou tirées selon un angle de 45 degrés, on trouva que la piece de 24 portoit son boulet

à . . .	2250	Toises.
celle de 16 à . .	2020	
celle de 12 à . .	1870	
celle de 8 à . .	1660	
& celle de 4 à . .	1520	

traverses, par le moyen desquelles on se met à l'abri du commandement de ces hauteurs.

Outre les quatre principes généraux précédens, il y en a d'autres qui en sont comme les accessoires, & auxquels on doit avoir aussi égard autant qu'il est possible : tels sont ceux-ci :

57. 1°. Que la défense soit la plus directe qu'il est possible, c'est-à-dire, que les flancs soient disposés de maniere que les soldats placés le long de ces parties puissent défendre les faces des bastions opposés sans être obligés de se mettre obliquement; parce que l'expérience a fait connoître que dans l'attaque les soldats tirent vis-à-vis d'eux, sans prendre la peine de se poster obliquement pour découvrir l'ennemi. Ainsi suivant cette maxime l'angle du flanc doit être un peu obtus; on peut le régler environ à 100 degrés (*a*).

(*a*) Il seroit peut être à propos d'exercer les Soldats des garnisons à se placer dans les différentes parties des ouvrages de la fortification, dans la situation la plus avantageuse pour se couvrir & pour rendre leur feu plus préjudiciable à l'ennemi.

58. 2°. Que les parties qui défendent les autres, comme, par exemple, les flancs, ne soient pas trop exposées aux coups de l'ennemi.

59. 3°. Que la place soit également forte par-tout. Car il est évident que si elle a un endroit foible, ce sera celui que l'ennemi attaquera, & que les autres parties plus exactement fortifiées, ne procureront aucun avantage pour la défense de la ville.

60. 4°. Que les bastions soient grands & capables de contenir un nombre de soldats suffisant pour y soutenir long-tems les efforts de l'ennemi.

Errard prétendoit qu'un bastion étoit assez grand, lorsqu'il pouvoit contenir 200 hommes : mais ce nombre se trouveroit aujourd'hui trop foible pour résister à un assaut. Il faut au moins 4 ou 5 cens hommes. M. le Maréchal de *Vauban*, pour fixer le nombre des soldats nécessaires dans une place de guerre, en compte 600 par bastion.

La fixation exacte de la grandeur de toutes les parties du bastion est une chose qui n'est ni aisée, ni fort im-

portante, parce que quelques toises de plus ou de moins ne peuvent produire aucun effet sensible sur la force ou la bonté du bastion.

Cependant comme dans un Traité élémentaire, tel que celui-ci, on doit donner des regles générales sur tout ce qui compose la fortification, on les établira d'après la pratique des plus célebres Ingénieurs.

VII.

De la grandeur des lignes du Bastion.

De celle du Flanc.

61. Le flanc doit avoir au moins 20 toises, & il peut augmenter jusqu'à 30.

On regle la grandeur du flanc par l'étendue des parties qu'il doit défendre, ou par celle du terrein où l'ennemi peut s'établir pour le battre. Or l'ennemi découvre le flanc *FG*
Fig. 1. de toute la partie *mn* (*pl. & fig.* 1.) du haut du glacis, comprise entre le prolongement de la face *CD* du bastion *T*, & la branche du chemin couvert, opposée à cette face. Donc il faut que le flanc soit égal, ou à peu près égal à cet espace. Dans

Dans les places de guerre, la plus petite largeur du foſſé, vis-à-vis l'angle flanqué du baſtion, doit être d'environ 14 toiſes, & celle du chemin couvert de 5; ce qui donne 19 ou 20 toiſes pour la longueur du flanc (*a*).

Lorſque le foſſé augmente de largeur, le flanc doit être plus grand : mais comme on a établi dans le premier principe que les flancs doivent être auſſi grands qu'il eſt poſſible, ſans préjudicier aux autres parties de la fortification ; on doit conclure de cette reſtriction que la grandeur du flanc, quoiqu'avantageuſe en elle-même pour la défenſe du baſtion, peut quelquefois produire des inconvéniens.

En effet on ne peut agrandir les flancs ſans augmenter, ou la face du baſtion qui en eſt la partie la plus

(*a*) Il faut obſerver que pour évaluer exactement le flanc, on ne doit pas compter ſa longueur de la courtine à l'angle de l'épaule, mais qu'il faut retrancher environ 3 toiſes de cette longueur pour la partie du flanc occupée par le parapet de la face du baſtion.

foible, ou la ligne de défenſe, ou ſans diminuer l'angle flanqué & les demi-gorges du baſtion; ce qui dans pluſieurs cas peut détruire les avantages des grands flancs.

On peut encore ajouter à ces conſidérations, qu'indépendamment de la dépenſe que les grands flancs occaſionnent, ils diminuent l'intérieur de la place; qu'ils produiſent un foſſé d'une largeur exceſſive vis-à-vis la courtine, & qu'ils ſont d'ailleurs plus expoſés aux batteries de l'ennemi que des flancs médiocres, ou de 25, 28, ou 30 toiſes, qui par toutes ces raiſons doivent être préférés aux flancs beaucoup plus grands. On verra dans la ſuite qu'en général la grandeur du flanc dépend de l'angle que font enſemble les deux côtés du polygone ſur leſquels le baſtion eſt conſtruit.

De la grandeur de la demi-gorge.

62. La demi-gorge doit être au moins égale au flanc, afin que le baſtion ſoit bien proportionné; d'où il ſuit qu'elle doit avoir depuis 20 juſqu'à 30 toiſes. Elle peut être beaucoup plus grande, lorſque l'angle du

polygone se trouve fort obtus. Le bastion est alors plus grand, on peut y construire de meilleurs retranchemens pour sa défense, & d'ailleurs les bombes & les mines y font moins de ravages.

De la grandeur des faces.

63. Les faces doivent avoir au moins 35 ou 40 toises, & au plus 60. On les trouve bien proportionnées à 50 toises. Ces lignes sont au reste celles du bastion dont la grandeur est la moins importante, surtout lorsquelles ne doivent point défendre quelqu'ouvrage au-delà du fossé; autrement elles doivent avoir la longueur nécessaire pour les bien flanquer.

La position des faces est déterminée par l'angle diminué & l'angle flanqué du bastion : elles ne doivent point être trop inclinées vers la courtine, afin de pouvoir défendre plus avantageusement l'approche du bastion; car il ne suffit pas que le bastion soit défendu, il faut encore que la campagne soit bien flanquée, sans quoi les approches se font trop faci-

lement, & alors la défenſe eſt de peu de durée.

Des angles du baſtion.

64. Pour ce qui concerne les angles du baſtion, on a déja obſervé que l'angle du flanc doit être d'environ 100 degrés, c'eſt-à-dire, un peu obtus.

L'angle flanqué peut être aigu, droit ou obtus.

Lorſqu'il eſt aigu, il doit avoir au moins 60 degrés; s'il étoit plus aigu, le baſtion ſe trouveroit trop reſſerré vers la pointe, & il ſeroit facilement ruiné dans cet endroit par le canon de l'ennemi.

Pluſieurs anciens Ingénieurs, comme *Errard*, *le Chevalier de Ville*, *&c.* vouloient que l'angle flanqué fût droit, parce qu'alors il réſiſte de toute l'épaiſſeur du baſtion aux coups tirés perpendiculairement ſur ſes faces; mais on trouve qu'un angle aigu ou obtus qui ne differe pas beaucoup du droit, eſt tout auſſi avantageux que cet angle: qu'ainſi les angles flanqués de 75 ou 80 degrés, & ceux de 100 ou 110 ſont également bons,

Il faut seulement observer que les angles flanqués fort obtus, quoique plus favorables que les aigus pour la défense des approches, exposent trop les faces aux batteries de l'ennemi : par cette raison on ne doit les faire fort obtus, que lorsqu'on y est contraint par la nécessité.

Pour l'angle de l'épaule, il est déterminé par l'angle flanqué & par l'angle du flanc. Or l'angle du flanc étant un peu obtus, l'angle de l'épaule le devient aussi nécessairement; car autrement l'angle flanqué, au lieu d'être saillant, seroit rentrant : la seule inspection des bastions de la premiere figure suffit pour le démontrer.

De l'éloignement ou de la distance des bastions.

65. Il faut que les bastions soient autant éloignés les uns des autres qu'il est possible ; car par-là on en diminue le nombre, & l'on épargne la dépense.

L'éloignement des bastions dépend de la grandeur du côté intérieur, & de la ligne de défense, ou du côté extérieur.

Du côté intérieur.

66. Le *Chevalier de Ville*, qui dans ſon Traité *de la charge des Gouverneurs*, blâme les Ingénieurs qui ſe ſervent de lignes imaginaires, telles que le côté extérieur, pour déterminer les lignes réelles de la fortification, convient que la ligne de défenſe doit être exceptée des autres lignes de même eſpece, & qu'elle eſt la principale & même l'unique qui doive ſervir à régler les autres; mais comme il ſuppoſe que le côté intérieur eſt à peu près égal à la ligne de défenſe, (*a*) ce qui eſt vrai dans les polygones depuis le quarré juſqu'à l'exagone, il s'enſuit que ce côté peut avoir depuis 120 juſqu'à 150 toiſes au plus, ſur-tout dans les polygones

(*a*) Dans l'exagone le côté intérieur eſt ſenſiblement égal à la ligne de défenſe. Dans les polygones au deſſous, c'eſt-à-dire, dans le quarré & le pentagone, la ligne de défenſe eſt un peu plus grande : elle eſt plus petite dans les polygones qui ont plus de côtés ; mais la différence de cette ligne avec le côté intérieur ne devient ſenſible qu'à l'octogone, ou plutôt au polygone de neuf côtés.

qui n'ont pas plus de huit côtés ; car les autres peuvent avoir leurs côtés intérieurs de 12 ou 15 toifes plus grands que la ligne de défenfe.

Lorfque les côtés intérieurs font déterminés, il ne faut plus que fixer les demi-gorges pour avoir la courtine. Nous avons dit que la demi-gorge devoit avoir au moins 20 toifes ; mais dans les conftructions des plus fameux Ingénieurs, elle fe trouve à peu près de la cinquieme partie du côté intérieur, excepté dans le quarré, où elle n'eft que la fixieme partie du même côté.

Ainfi fi l'on fuppofe que le côté intérieur foit de 130 toifes dans le pentagone, la demi-gorge fera de 26 toifes, & la courtine de 78 toifes.

Si le côté intérieur eft de 120 toifes dans le quarré, la fixieme partie 20 fera la valeur de la demi-gorge, & l'on aura 80 toifes pour la courtine.

On voit donc que le côté intérieur étant connu, de même que les demi-gorges, la courtine fe trouve déterminée. Mais pour la fixer en particulier, il faut confidérer qu'elle doit

être aſſez grande pour que des flancs qui la bornent à droite & à gauche, on puiſſe découvrir toute l'étendue du pied de ſon revêtement dans le foſſé, c'eſt-à-dire, que de chaque flanc on doit découvrir la moitié de la courtine.

D'où l'on peut remarquer que ce n'eſt pas ſeulement la conſidération de la dépenſe qui empêche de mettre les baſtions fort près les uns des autres, mais encore la néceſſité de les éloigner aſſez pour que la courtine ſoit défendue des flancs.

Si l'on ſuppoſe que le parapet ſoit élevé de 24 pieds ſur le niveau de la campagne, ainſi qu'on l'éleve ordinairement, que le foſſé ſoit ſec, & qu'il ait 18 pieds de profondeur, & enfin que, conformément à l'uſage commun, la pente de la partie ſupérieure ou de la plongée du parapet, ſoit d'un pied par toiſe, ou de 3 pieds ſur toute la largeur du parapet, on verra que le parapet étant alors élevé de 42 pieds ſur le fond du foſſé, la plongée ne le rencontrera qu'à la diſtance d'un pareil nombre de toiſes; ce qui donne 82 toi-

ſes pour la longueur de la courtine. Mais cette longueur peut diminuer, ſi les flancs ſont moins élevés, & le foſſé moins profond, ou plein d'eau. On peut encore la diminuer, en tenant le foſſé un peu moins profond vers le milieu de la courtine que dans les autres endroits; ce qui ne peut cauſer aucun inconvénient.

On fixera dans cet ouvrage la longueur de la courtine de 70 à 80 toiſes. On obſervera qu'elle doit être toujours en ligne droite, & n'avoir ni angles ſaillans, ni rentrans. Les premiers nuiſent à la défenſe des flancs, & les autres diminuent la capacité de la place.

Du Côté extérieur.

67. Pluſieurs Ingénieurs, & entr'autres M. le Maréchal de *Vauban*, ſe ſervent du côté extérieur pour avoir la valeur de toutes les lignes de la fortification. Il eſt évident que toutes ces lignes étant déterminées, donnent auſſi elles-mêmes la grandeur de ce côté; mais comme par ſon moyen on peut arranger aſſez facilement la diſpoſition de toutes les parties de l'en-

ceinte, ainſi qu'on le verra bientôt, il faut examiner en peu de mots quelle doit être à peu près la longueur de ce côté pour que ces parties aient les meſures qu'elles doivent avoir.

Pl. 1. Conſidérons d'abord que ſi les angles diminués *HCF*, *CHG*, (*fig. & pl.* 1.) ne ſont que de 18 ou 20 degrés, comme on les fait ordinairement, & les angles du flanc d'environ 100 degrés, le côté extérieur ſera ſenſiblement égal à la courtine *EF*, & aux deux faces *CD* & *GH*. C'eſt pourquoi ſi l'on ſuppoſe que ces faces aient chacune 50 toiſes & la courtine 80, on verra que le côté extérieur *CH*, doit dans cette ſuppoſition en avoir 180. Il en aura 200, ſi l'on ſuppoſe que les faces en aient 60, c'eſt-à-dire, qu'elles ſoient les plus grandes qui peuvent être admiſes.

Si l'on ſuppoſe que les faces n'aient que 40 toiſes & la courtine 75, on aura 155 toiſes pour le côté extérieur *CH*, qu'on peut regarder alors comme le plus petit.

Il ſuit de-là que le côté extérieur peut avoir depuis 155 ou 160, juſ-

qu'à 200 toises au plus, afin que la ligne de défense *CF* ne devienne pas trop grande. Elle excede un peu la portée du fusil, quand ce côté est de 200 toises; mais lorsqu'on est obligé d'en fortifier de cette grandeur, il faut diminuer la ligne de défense par quelqu'ouvrage construit dans le fossé, ou les employer dans des endroits dont l'accès est difficile, comme le long des rivieres, marais, &c.

REMARQUE

Sur les principes de la Fortification.

68. Les principes qu'on vient d'expliquer, doivent être regardés comme les regles les plus importantes & les plus essentielles de la fortification, & dont on ne peut s'écarter sans la rendre vicieuse ou imparfaite.

Les Ingénieurs ont imaginé différentes constructions pour disposer toutes les parties de l'enceinte d'une place forte conformément à ces principes. Chacun d'eux a eu ses idées sur ce sujet, relativement à la maniere d'attaquer les places de son tems. Ce sont les idées de ces

Auteurs, ou les conſtructions qu'ils ont données ou pratiquées, qu'on nomme *Syſtêmes de Fortification*, & qui portent ordinairement le nom de leur Inventeur.

En ſe ſervant des regles ou des principes qu'on vient d'établir, on pourroit indépendamment de tout ſyſtême particulier, décrire ou former en conſéquence l'enceinte d'une place forte, dont les côtés auroient les longueurs preſcrites, & qui feroient d'ailleurs des angles capables d'être fortifiés, ou d'environ 90 degrés au moins; mais comme l'opération ſeroit un peu compoſée pour des Commençans, on va enſeigner la formation de l'enceinte d'une place de guerre ſuivant le ſyſtême ou la méthode de M. le Maréchal de *Vauban*.

On choiſit le ſyſtême de cet illuſtre Ingénieur préférablement à tout autre;

1°. Parce que ſa conſtruction eſt très-ſimple & très-facile, & qu'elle s'accorde aſſez exactement avec les ſaines maximes de la fortification.

2°. Que depuis la mort de ce grand homme on n'a point vu de ſyſtême

particulier de fortification, dont la ſupériorité ſoit bien marquée ſur les ſiens.

Et 3°. parce que le plus grand nombre, & même preſque toutes les places de guerre du royaume ſont fortifiées à ſa maniere.

VIII.

PROBLÊMES

De Fortification.

69. La figure de la place qu'on ſe propoſe de fortifier, eſt un polygone régulier ou un polygone irrégulier.

Si elle forme un polygone régulier, ſa fortification ſera *réguliere*, c'eſt-à-dire, que tous les côtés de cette enceinte ſeront fortifiés également.

Si au contraire elle forme un polygone irrégulier, ſa fortification ſera *irréguliere*, c'eſt-à-dire, que les parties ſemblables de la fortification de chacun de ſes côtés ne ſeront pas toutes de même grandeur ; qu'il s'y trouvera de l'inégalité dans les grandeurs de ces parties, ou dans l'ouverture des angles qu'elles formeront entr'elles.

Par exemple, dans la fortification réguliere tous les flancs des bastions sont égaux entr'eux, aussi bien que les faces, les courtines, &c. de même que les angles flanqués, les angles du flanc, &c.

Dans la fortification irréguliere il y a de la variété dans toutes ces choses, ou seulement dans quelques-unes d'elles.

On commencera par traiter de la fortification réguliere, & l'on donnera dans la suite les principes les plus généraux de l'irréguliere.

PROBLÊME I.

70. *Tracer le trait principal, ou la ligne magistrale de l'enceinte d'une place forte.*

Pl. 3. Soit décrit un cercle d'un rayon quelconque *AB*, dans lequel on inscrira tel poligone que l'on voudra, par exemple, un exagone, en portant le rayon *AB* six fois sur la circonférence, (comme on l'a vu dans la Géométrie,) savoir de *B* en *C*, de *C* en *R*, &c. & tirant ensuite les lignes *BC*, *CR*, *&c.*

Sur le milieu de *BC*, côté du polygone, on élévera une perpendiculaire *ID* vers le centre, à laquelle on donnera :

La huitieme partie du côté BC, si le polygone est un quarré.

La septieme partie de BC, si le polygone est un pentagone.

Et enfin *la sixieme partie de BC, si c'est un exagone*, comme dans cet exemple, ou un autre polygone d'un plus grand nombre de côtés.

Par les extrêmités *B* & *C* du côté *BC* du polygone, & par le point *D*, on tirera les lignes de défense *BD*, *CD*, prolongées indéfiniment vers *F* & vers *E*.

On prendra deux septiemes du côté *BC*, & on les portera sur les lignes de défense de *B* en *H*, & de *C* en *G* pour la longueur des faces des bastions.

On posera une pointe du compas au point *G*, & on l'ouvrira jusqu'à ce que l'autre pointe tombe sur le point *H*; du point *G* pris pour centre, & de l'intervalle *GH* on décrira un arc *HE*, qui coupera la ligne de défense en *E*. Le compas restant dans

la même ouverture, on prendra le point *H* pour centre, & l'on décrira l'arc *GF*, qui coupera la ligne de défenſe *BF* en *F*.

Les lignes de défenſe étant déterminées en *E* & en *F*, & les faces en *H* & en *G*, il ne reſte plus, pour avoir le principal trait, qu'à joindre ces quatre points par trois lignes droites; ſavoir les extrêmités des lignes de défenſe par la ligne *EF*, qui ſera la courtine, & les extrêmités des faces & de la courtine par les lignes *HE*, *GF*, qui ſeront les flancs des demi-baſtions *BHE*, *CGF*. Si l'on fait les mêmes opérations ſur tous les autres côtés du polygone, on aura le principal trait, ou la ligne magiſtrale tracée.

M. de *Vauban*, dont nous ſuivons le ſyſtême dans ce problême, ſe ſert pour l'*échelle* de ſon plan du côté *BC* du polygone, qu'il ſuppoſe toujours de 180 toiſes.

Pour diviſer cette échelle, il faut tirer au crayon, au bas du papier, une ligne indéfinie, ſur laquelle on prendra *ab* égale au côté *BC*, & cette ligne *ab* ſera ſuppoſée de 180 toiſes.

On

On la diviſera en deux également en *c* ; l'on écrira 90 ſous ce point, & 180 ſous le point *b* : on diviſera la moitié *ac* en trois parties égales *ad*, *de*, *ec*, dont chacune vaudra 30 toiſes ; l'on mettra 30 ſous *d*, & 60 ſous *e*. L'on diviſera la partie *ad* en trois parties égales, dont chacune vaudra 10 toiſes. L'on diviſera la premiere *af* en deux parties égales, dont chacune vaudra 5 toiſes ; & enfin la premiere de ces deux parties *a* 5 en 5 parties égales, dont chacune vaudra une toiſe, & l'on aura l'échelle *ab* diviſée dans toutes les parties néceſſaires pour la conſtruction du plan.

Si l'on veut ſe ſervir de cette échelle pour tracer le plan, *figure 6*.

On donnera dans le quarré 22 toiſes à la perpendiculaire *ID*, parce que *Pl.* 3.
22 eſt la 8e partie de 180 toiſes, qui eſt la valeur du côté *BC*. On lui donnera 25 toiſes ſi le polygone que l'on fortifie eſt un pentagone, ce nombre étant la ſeptieme partie de *BC* ; & 30 toiſes ſi c'eſt un exagone ou un polygone d'un plus grand nombre de côtés, cette quantité étant la ſixieme

partie du même côté *B C.*

A l'égard des faces *BH* & *CG*, on leur donnera 50 toiſes dans tous les polygones. C'eſt le nombre que donnent les 2 ſeptiemes de 180.

La Table ſuivante ſervira à faire retenir plus facilement la valeur de toutes ces lignes, & des autres qui ſont néceſſaires pour former la ligne magiſtrale de l'enceinte d'une place réguliere, fortifiée ſuivant le ſyſtême de M. le Maréchal de *Vauban*, depuis le quarré jusqu'au dodécagone.

TABLE des différentes lignes qui servent à former le principal trait de la fortification de M. le Maréchal de Vauban.

	du Quarré.	du Pentag.	de l'Exag.
Côté extérieur.	180. T.	180. T.	180. T.
Perpendiculaire.	22. T.	25. T.	30. T.
Face.	50. T.	50. T.	50. T.
Rayon.	127. T.	153. T.	180. T.

Rayons.	de l'Eptagone.	206. T. 3 p.
	de l'Octogone.	234. T. 3 p.
	de l'Ennéagone.	262. T. 2 p.
	du Décagone.	291. T.
	de l'Endécagone.	314. T.
	du Dodécagone.	346. T. 4 p.

PROBLÊME II.

71. *Tracer le rempart & le parapet.*

Le principal trait étant marqué & l'échelle faite, comme on vient de l'enſeigner, il faut, 1°. à la diſtance de 3 toiſes de la ligne magiſtrale, & en dedans du polygone, lui mener une ligne parallele : elle ſera le côté intérieur du parapet.

2°. A 6 toiſes du côté intérieur du parapet, & toujours en dedans le polygone, il faut lui mener une parallele, qui ſera le côté intérieur du rempart, & qui déterminera la largeur du terreplein.

3°. A 4 toiſes 3 pieds de ce dernier trait, on tracera encore en dedans le polygone une ligne parallele aux précédentes : elle terminera le talud intérieur du rempart

4°. A 5 ou 6 pieds du trait principal, on tracera en dehors du polygone une ligne qui lui ſera parallele. Elle ſervira à exprimer le talud extérieur du revêtement, & à 3 pieds du côté intérieur du parapet, on tracera ſur le terreplein du rempart une

ligne parallele au parapet : elle exprimera la banquette.

Il faut observer qu'on ne peut marquer le talud du revêtement & la banquette, comme on vient de le prescrire, que lorsque le plan est construit sur une grande échelle. Dans l'usage ordinaire, le talud du revêtement s'exprime par une ligne très-fine, tracée le plus près que l'on peut de la ligne magistrale, sans la toucher; & la banquette de même par une ligne très-fine, & tracée aussi près qu'il est possible du côté intérieur du parapet, sans le toucher.

Quand ces lignes ne sont point marquées dans les plans, on les sous-entend.

72. Lorsque le rempart est mené parallelement aux flancs & aux faces du bastion, il laisse un vuide dans le milieu, & alors on dit que *le bastion est vuide.* C'est dans ce lieu que se placent ordinairement les magasins à poudre *I*, & les autres magasins où l'on conserve les munitions de guerre & de bouche.

M. de *Vauban* est le premier qui ait donné aux magasins à poudre la

forme & les proportions qu'on y observe aujourd'hui.

Ce ſont des rectangles ou quarrés longs de 10 toiſes de longueur dans œuvre, ſur environ 6 de largeur.

Les longs côtés ont 9 ou 10 pieds d'épaiſſeur au fondement, & environ 8 au deſſus. Les autres n'ont que 5 pieds d'épaiſſeur.

La hauteur commune de ces murs eſt de 8 pieds (*a*). Le magaſin eſt terminé par une voûte en plein ceintre, ou en demi-cercle, qui a pour diametre la largeur du magaſin. Cette voûte n'a que trois pieds d'épaiſſeur

(*a*) Les longs côtés ont 9 ou 10 pieds d'épaiſſeur au fondement, & environ 8 au deſſus. Les autres en ont 5 dans la fondation & 4 dans le reſte de leur hauteur. Les premiers ſont ſoutenus par 5 contreforts de 6 pieds d'épaiſſeur & de 4 de longueur. Dans le milieu de l'intervalle des contreforts, on pratique de petites ouvertures appellées *events*. Elles ſervent à faire entrer l'air dans le magaſin : au milieu de l'évent eſt une eſpece de pilier, dont la baie eſt d'un pied quarré. L'évent tourne autour, & il ſe termine de part & d'autre de l'autre côté du mur. Il a 3 pouces de largeur. On éclaire les magaſins à poudre par une fenêtre à chacun de ſes pignons ou petits côtés, &c.

vers le milieu de ses côtés : mais elle se trouve d'environ 8 ou 9 pieds vers le faîte. Elle est à l'épreuve de la bombe.

M. de *Vauban* a toujours placé les magasins à poudre au centre des bastions vuides, comme le lieu le plus propre pour les cacher à l'ennemi, & les isoler en cas d'accident du feu, de la ville & des fortifications : mais il y a des Ingénieurs qui les aiment mieux le long du pied du rempart des courtines, afin de conserver le vuide des bastions pour les ouvrages ou les travaux nécessaires pour disputer le terrein pied à pied à l'ennemi.

Quand le rempart n'est point mené parallelement aux côtés ou aux lignes du bastion, c'est-à-dire, lorsqu'il est terminé par le prolongement du rempart des courtines, vis-à-vis la gorge du bastion, il n'y a point alors de vuide dans le bastion, & l'on dit qu'il est *plein*.

73. C'est dans les bastions pleins que l'on éleve les *cavaliers L*, qui ne sont autre chose que d'autres bastions construits sur les premiers, & de même figure qu'eux. *Pl. 5.*

Ils ſont quelquefois revêtus, & ils ont un parapet comme les autres ouvrages. Leur hauteur par deſſus le baſtion dépend des lieux qu'on veut leur faire commander. Le parapet des flancs eſt parallele au parapet des flancs du baſtion, & il en eſt éloigné de 4 toiſes. Celui des faces du cavalier eſt parallele au parapet des faces du baſtion ; & il eſt éloigné de 3 toiſes du côté intérieur de leur parapet.

L'uſage des cavaliers eſt ordinairement de couvrir ceux qui défendent les baſtions de quelque commandement de la campagne, & de doubler le feu du baſtion; pour cela on pratique des embraſures dans leurs flancs & leurs faces, afin de découvrir l'ennemi de plus loin & avec plus d'avantage. Mais ils ont l'inconvénient d'occuper entierement le baſtion, & d'empêcher qu'on en diſpute le terrein pied à pied.

Pour corriger ou remédier en partie à ce défaut, on a donné dans quelques places au cavalier une figure différente de celle du baſtion. C'eſt une eſpece de demi-cercle, comme

comme on le voit en *L*, *planche* 4, qui en occupe toute la capacité vers le centre, & dont la convexité est tournée du côté de la campagne. Alors il reste assez d'espace dans le bastion pour en disputer la prise : mais le cavalier ne peut plus servir avec le même avantage à la défense du fossé, qu'il ne découvre que fort imparfaitement.

On construit sous les cavaliers des souterreins qui servent de magasins de boulangerie, & à mettre à couvert des bombes, pendant un siege, la garnison de la place.

Observations sur les bastions vuides, & sur les bastions pleins.

74. Les Ingénieurs sont partagés entr'eux sur les bastions pleins & sur les vuides. *Errard*, le *Comte de Pagan*, & plusieurs autres prétendent que les bastions vuides sont plus avantageux à la place que les autres;

1°. Parce que dans le vuide des bastions on peut mettre les magasins à poudre:

2°. Qu'ils fournissent plus de facilité que les pleins pour aller au de-

vant du mineur ennemi, & empêchent l'effet de son travail.

3°. Que les retranchemens qu'on y fait pour soutenir le basti n, sont meilleurs que lorsqu'il est plein, parce qu'on peut y travailler sans être découvert, & qu'on peut les mettre ainsi aisément en état de faire une longue défense; au lieu que les retranchemens faits dans les bastions pleins, étant formés pour l'ordinaire par un simple parapet en angle rentrant, ne peuvent servir qu'à capituler, ou à donner le tems de travailler à d'autres retranchemens plus solides.

Le Chevalier de Ville, le célebre *Coehorn*, le *Chevalier de Saint-Julien*, &c. donnent la préférence aux bastions pleins sur les vuides.

Les avantages des bastions pleins sont qu'on peut y élever des cavaliers, ainsi qu'on vient de l'enseigner, & construire dans leur capacité, ou le corps du bastion, d'excellens souterreins voûtés, à l'épreuve de la bombe, qui servent de magasins & de retraites à la garnison dans un tems de siege. Ces bastions ont encore l'avan-

tage d'oppoſer plus de réſiſtance aux batteries de l'ennemi que les vuides.

Il paroît au reſte que c'eſt par la quantité des terres dont on peut diſpoſer, qu'on doit ſe déterminer à faire les baſtions pleins ou vuides : car lorſque les foſſés ne peuvent fournir aſſez de terre pour remplir le baſtion, la dépenſe qu'il faudroit faire pour en aller chercher au loin, peut déterminer dans ce cas à faire les baſtions vuides. On doit les faire pleins, lorſque la gorge eſt fort petite, & qu'on a d'ailleurs aſſez de terres pour remplir le baſtion, ou lorſqu'il eſt néceſſaire de le parer de quelque commandement, comme à *Maubeuge*.

75. On fait communément aux angles flanqués des baſtions, de petites élévations de terre, ſur leſquelles on place quelques canons. On les nomme *barbettes*, parce qu'on prétend que le canon, en tirant de-là par deſſus la plongée du parapet, lui fait, pour ainſi dire, la barbe en brûlant l'herbe de ſa partie ſupérieure. Quoi qu'il en ſoit, les faces de cet ouvrage ont 6 toiſes chacune, à com-

mencer de l'angle flanqué sur les faces ; le terreplein est élevé jusqu'à la distance de deux pieds & demi du sommet du parapet, afin que le canon tire facilement par-dessus.

76. On construit des *guerites* aux angles flanqués, & de l'épaule des bastions.

Ce sont de petites tours de charpente ou de maçonnerie, de figure ronde, pentagone, ou exagone, qui ont des ouvertures de tous côtés & qui sont posées sur ces angles au niveau du terreplein du rempart, ensorte qu'elles saillent un peu sur le fossé. Elles ont environ 4 pieds & demi de largeur dans œuvre. L'usage des guerites est de contenir des sentinelles, qui observent ce qui se passe dans le fossé & les environs de la place.

On entre du terreplein du rempart dans les guerites, par un passage d'environ 3 pieds de largeur, coupé dans le parapet.

On monte de la place sur le rempart par des *rampes*, ou chemins coupés obliquement dans le talud intérieur.

77. Lorſque le baſtion eſt plein, on conſtruit deux rampes vis-à-vis ſon centre, comme on le voit en *M* & en *N* (*planche* 3). Quand il eſt vuide, les rampes ſont pratiquées dans le talud du rempart des flancs.

Pour conſtruire des rampes aux gorges des baſtions pleins, on menera à la ligne *ai*, qui termine le talud du rempart, une parallele indéfinie *ob*, à la diſtance de 10 ou 12 pieds. On donnera 18 ou 20 toiſes à cette parallele de *o* en *b*. Du point *b* on tirera la ligne *bc*, au ſommet de l'angle de la gorge du rempart, à laquelle on menera une parallele *ed*, à la diſtance de 10 à 12 pieds, qui ſera terminée en *d* & en *e* par la ligne qui acheve ſon talud; ce qui étant fait, on aura la rampe *bedc* tracée. On fera la même choſe de l'autre côté de l'angle du centre du baſtion. *Pl.* 4.

Pour faire les rampes des baſtions vuides, on prolongera d'environ 10 ou 12 pieds vers le centre du baſtion, c'eſt-à-dire, de *i* en *g*, la ligne *ai*, qui termine le talud du rempart. Du point *g* on tirera au point *f*, ſommet de l'angle de l'épaule du rempart, la

ligne *gf*; & du point *i* on menera *ih*, parallelement à cette ligne. On tirera ensuite *gk*, & l'on aura la rampe *igfh*. On fera la même opération dans le talud du rempart de l'autre flanc du bastion.

REMARQUE.

78. Il faut à tous les angles du talud mener de petites lignes fines, qui joignent le côté intérieur du rempart avec la ligne qui termine son talud. Elles marquent les communes sections que font ensemble, en se rencontrant, les taluds de toutes les parties du rempart.

PROBLÊME.

79. *Tracer le fossé & le chemin couvert.*

Pl. 5, Fig. 1. 1°. Pour tracer le fossé, il faut prendre avec le compas 18 ou 20 toises sur l'échelle du plan, mettre une de ses jambes sur le sommet *A* de l'angle flanqué, & décrire un arc *EF*, vis-à vis cet angle en dehors du bastion.

Il faut du même intervalle de 18 ou 20 toises, & de l'angle flanqué

B, décrire un arc *CD*, & ensuite poser la regle sur l'angle de l'épaule *L* & sur l'arc *EF*, ensorte que la ligne *EML*, tirée le long de la regle, soit tangente à l'arc *EF* au point *E*, c'est-à-dire, qu'elle touche cet arc sans le couper, & qu'elle aboutisse sur le sommet *L* de l'angle de l'épaule *ILB* : on tirera de même la ligne *CG* tangente à l'arc *CD* au point *C*, & aboutissant sur le point *G*. Ces deux lignes *EL*, *CG*, se couperont dans un point *M*, qui sera le sommet de l'angle rentrant *EMC* de la contrescarpe. On tracera de la même maniere le fossé vis-à-vis tous les autres fronts de la fortification.

Comme les lignes *EL*, *CG*, se coupent dans un point *M* de la perpendiculaire élevée sur le milieu du côté *AB*, on doit se dispenser de les prolonger au-delà de ce point jusqu'en *L* & en *G*.

REMARQUES.

80. On peut observer 1°. que par la construction du fossé il est découvert des flancs des bastions dans toute son étendue : car la partie qui est vis-à-

Pl. 5, Fig. 1. vis la courtine *IH*, eſt évidemment vue & défendue par les deux flancs *GH*, *IL*. Le foſſé vis-à-vis la face *LB*, eſt défendu par tout le flanc *GH*, puiſque la contreſcarpe ou le bord extérieur du foſſé *CM* étant prolongé, aboutit au ſommet *G* de l'angle de l'épaule; le foſſé vis-à-vis la face *GA* eſt de même défendu par tout le flanc *IL*, de ſorte que par cette conſtruction toutes les parties du foſſé ſe trouvent défendues par les flancs.

Si le prolongement de la contreſcarpe donnoit ſur le flanc à 7 ou 8 toiſes de l'angle de l'épaule, il eſt clair que cette partie du flanc deviendroit inutile pour la défenſe du foſſé, & que par-là on ſe priveroit de l'avantage qu'on en peut tirer pour augmenter la défenſe des faces des baſtions (*a*). C'eſt à quoi ne pre-

(*a*) Comme le parapet de la face du baſtion occupe trois ou quatre toiſes du flanc, on peut aligner la contreſcarpe à trois ou quatre toiſes des angles de l'épaule, ſans inconvénient. Au contraire, il en réſulte un avantage, c'eſt que l'ennemi ne peut, par cette conſtruction, battre l'épaule du baſtion de la batterie dont il ſe ſert pour ruiner le flanc. Il eſt aiſé de remarquer que

noient pas garde les anciens Ingénieurs qui menoient leur fossé parallelement aux faces du bastion ; il en résultoit que l'angle rentrant de la contrescarpe cachoit une partie du flanc vers l'épaule, laquelle ne pouvoit servir à la défense des faces.

Si la contrescarpe étoit parallele à la ligne magistrale, comme dans la *figure* 2, il est évident que les flancs *AB*, *CD*, ne pourroient en aucune maniere défendre le fossé vis-à-vis les faces *DE*, *AF*, parce que la partie *GHIK* leur en cacheroit la vue ; ce qui fait voir qu'il est absolument nécessaire de couper cette partie, & de donner plus de largeur au fossé de la courtine qu'au fossé des faces, afin qu'il puisse être défendu des flancs entiers du bastion. Pl. 5, Fig. 2.

2°. On pourroit penser qu'il n'y auroit aucun inconvénient à faire le

le prolongement de la contrescarpe ne doit jamais aboutir sur la face du bastion, comme *K*, parce qu'alors la partie *KG* de la face *AG*, pourroit être battue de deux endroits différens, savoir du chemin couvert opposé au flanc *GH*, & de celui qui est vis-à-vis la face *AG*.

foſſé d'une place fort large & fort profond parce que l'ennemi étant obligé de le paſſer pour parvenir à la place, trouveroit plus de difficultés à ſon paſſage. Mais outre la grande dépenſe que coûteroit l'excavation & le tranſport des terres, on ne gagneroit par-là qu'un avantage apparent : car un foſſé trop large découvriroit trop le pied du rempart, & un foſſé trop profond, ſurtout s'il étoit ſec, ne ſeroit que difficilement défendu par le canon des flancs. Au reſte, dans la conſtruction effective des fortifications, ſa largeur & ſa profondeur ſe reglent ſur les terres dont on a beſoin pour les remparts, les cavaliers, &c. Mais ſa largeur doit toujours être déterminée de façon que l'on puiſſe découvrir, étant deſſus la banquette du rempart oppoſé, la partie ſupérieure de la contreſcarpe : à l'égard de ſa profondeur, elle doit être de 15, 16 ou 18 pieds. Nous ſuppoſerons dans cet ouvrage qu'elle eſt égale à la hauteur du rempart, lorſque le foſſé eſt ſec, c'eſt-à dire, qu'elle eſt de 18 pieds : lorſqu'il y a de l'eau dans le foſſé, elle doit être au moins de la hauteur de 6 pieds.

On a déja observé que le fossé peut être moins profond vers le milieu de la courtine qu'aux autres endroits, pour que les flancs en découvrent plus facilement le pied.

La contrescarpe ou le côté extérieur du fossé étant tracé, on doit décrire le chemin couvert : pour cet effet il faut :

81. 1°. A 6 toises de la contrescarpe lui mener des paralleles en dehors le fossé : elles détermineront la largeur du chemin couvert, & elles exprimeront le côté intérieur de son parapet.

2°. A tous les angles rentrans *P*, on construit des places d'armes. Pour cela il faut prendre avec le compas 15 toises sur l'échelle, & les porter de part & d'autre, du point *P* en *S* & en *T*, ensorte que *PS*, *PT* soient chacune de 15 toises. Ces lignes sont appellés *les demi-gorges des places d'armes*. Des points *S* & *T* pris pour centre, & d'un intervalle de 20 toises, on décrira deux arcs qui se couperont dans un point *V*, duquel on tirera les lignes *VS*, *VT*, qui formeront la place d'armes *TVS*. On

Pl. 5, Fig. 1.

nomme les lignes *VS*, *VT*, les *faces* de la place d'armes (*a*). On conſtruira de la même maniere des places d'armes à tous les autres angles rentrans du chemin couvert.

(*a*) M. le Maréchal de *Vauban* ne donnoit aux places d'armes du chemin couvert que 10 toiſes de demi-gorge, & 12 toiſes de face ; mais on a reconnu dans les différens ſieges que l'on a ſoutenus depuis la mort de ce grand homme, que ces dimenſions étoient trop petites. Il en réſultoit de petites places d'armes, dans leſquelles on ne pouvoit faire aucun retranchement, & dont les faces ne flanquoient pas d'ailleurs aſſez avantageuſement les branches du chemin couvert.

Il faut obſerver dans le tracé ou la conſtruction des places d'armes, que les angles formés par le côté extérieur du chemin couvert & leurs faces, aient toujours environ 90 ou 100 degrés, afin que les ſoldats qui y ſont placés, puiſſent défendre les angles ſaillans du chemin couvert, ſans être obligés de ſe mettre obliquement pour tirer ; parce que l'expérience fait voir que les ſoldats tirent preſque toujours vis-à-vis de leur poſition, ſans ſe donner la peine de prendre celle qui ſeroit néceſſaire pour tirer ſur les endroits qu'ils doivent défendre.

Pour cet effet, lorſque les angles rentrans du chemin couvert, où l'on doit conſtruire des places d'armes, ſont fort aigus,

Les demi-gorges des places d'armes ne paroiſſent point après que le plan eſt conſtruit ; elles ne ſervent que pour la conſtruction de ces places : ainſi on ne les met point au trait.

Les traverſes du chemin couvert ſe conſtruiſent à ſes angles rentrans, en faiſant tomber des extrêmités S

il faut augmenter les demi-gorges d'une quantité ſuffiſante, pour que les faces forment au moins un angle droit avec le côté intérieur du chemin couvert ; ou pour éviter tout tâtonnement à ce ſujet, on peut couper en deux parties égales l'angle rentrant formé par le chemin couvert : du ſommet de cet angle prendre 20 ou 25 toiſes ſur la ligne qui le diviſe en deux parties égales, en dehors du chemin couvert, & de leur extrêmité faire tomber des perpendiculaires ſur chacune des branches du chemin couvert ; elles donneront les faces des places d'armes.

Pour retrancher les places d'armes, il faut mener des paralleles en dedans, à la diſtance de 6 toiſes des faces ; conſtruire enſuite un parapet, dont cette parallele ſoit le côté extérieur, qui ait 15 ou 18 pieds d'épaiſſeur & 6 de hauteur ; ſon foſſé, dont la contreſcarpe ſe mene parallelement aux faces, a 12 ou 15 pieds de largeur & 6 de profondeur. On donne une banquette à ce retranchement, laquelle eſt un peu plus élevée que celle des faces de la place d'armes.

& *T* des faces de la place d'armes ; des perpendiculaires *S e*, *T d* sur la contrescarpe, & en menant des paralleles à ces perpendiculaires à la distance de 3 toises, & en dehors des places d'armes.

A l'égard des traverses des places d'armes formées par l'arrondissement de la contrescarpe aux angles saillans du chemin couvert, elles se construisent en prolongeant le parapet des faces des bastions dans le chemin couvert jusqu'à la contrescarpe (*a*).

Afin que les traverses n'empêchent point la communication de toutes les parties du chemin couvert, on pratique de petits passages par des coupures faites dans le glacis, vis-à-vis les

(*a*) Lorsque l'angle flanqué du bastion se trouve fort obtus, les traverses ainsi construites font aussi un angle très-obtus avec la contrescarpe ; & alors comme elles ne défendroient pas suffisamment la place d'armes saillante, il faut, du point où le prolongement de la face du bastion rencontre la contrescarpe, élever une perpendiculaire dans le chemin couvert pour le côté de la traverse, & mener une parallele à la distance de 3 toises en dehors de la place d'armes, pour en déterminer l'épaisseur.

traverſes, ainſi qu'elles ſont marquées *fig.* 1, *pl.* 5. Ces paſſages ne doivent avoir que 3 ou 4 pieds de largeur (*b*). Il faut marquer une banquette au côté intérieur du parapet du chemin couvert, comme on le voit dans la même figure. Cette banquette regne le long des faces des places d'armes : on en fait auſſi aux traverſes, du côté des angles rentrans du chemin couvert. Comme l'ennemi entre ordinairement dans ce chemin par les angles ſaillans, ceux qui les défendent peuvent, après avoir été forcés de les abandonner, ſe retirer derriere les traverſes voiſines, & de-là incommoder l'ennemi en tirant ſur lui à couvert des traverſes, dont la partie ſu-

(*a*) Ces paſſages ſe marquent quelquefois aux traverſes des places d'armes ſaillantes, d'une maniere un peu différente que dans la *planche* 5. Pour cet effet on tire du point 1 une ligne droite au point 2, & alors le paſſage vis à-vis la traverſe ſaillante eſt défendu de la rentrante *d* : cette derniere conſtruction eſt meilleure par cette raiſon ; mais celle qu'on donne pour exemple eſt plus commode à tracer pour les commençans. *Voyez* l'autre au pentagone de la douzieme planche.

périeure eſt pour cet effet un peu inclinée vers les angles ſaillans. On plante ſur toutes ces banquettes un rang de paliſſades.

Pl. 5, Fig. 1. 82. Pour terminer le glacis ou le parapet du chemin couvert, il faut mener en dehors du chemin couvert, & à la diſtance de 20 ou 25 toiſes de ſon côté intérieur, des lignes paralleles à ce côté, comme *XZ*, *XY*, &c.

Dans les angles rentrans *X* du glacis, vis-à-vis la place d'armes, pour marquer ſon avancement cauſé par les places d'armes, il faut porter 15 toiſes de part & d'autre du point *X*, terminées en *c* & en *a*, & de ces points *a* & *c* pris pour centre, & d'un intervalle de 20 toiſes on décrira deux arcs qui ſe couperont dans un point *b*, duquel on tirera les lignes *bc*, *ba*: on aura le glacis terminé, après avoir fait la même choſe à tous les angles rentrans (*a*). Il ne reſte plus après

(*a*) Si l'on fait les places d'armes des angles rentrans du chemin couvert plus grandes qu'on ne l'a ſuppoſé dans cette conſtruction, il faudra auſſi faire cet avancement plus grand que celui qu'on fait ici. On peut le déterminer en menant des pa-

cela

cela qu'à joindre tous les angles du chemin couvert avec ceux du glacis qui leur répondent, comme on le voit dans la *figure* 1, par les lignes *QZ*, *Sc*, *Vb*, *Ta*, *RY*, pour avoir le glacis entierement achevé. Pl. 5, Fig. 1.

Ces lignes marquent les angles de la superficie ou partie supérieure du glacis : aux angles saillans elles expriment une espece de faîte ou d'arrête que le glacis fait en cet endroit, qui va en diminuant insensiblement [*] *suivant la pente du glacis, & aux angles rentrans une espece de pli ou de faîte renversé, qui va en diminuant aussi suivant la pente du glacis.*

On pratique vers le milieu de chaque face des places d'armes rentrantes, (ou des angles rentrans du chemin couvert) des ouvertures de 7 à 8 pieds, que l'on ferme avec de fortes barrieres. De l'une de ces ouvertures on dirige quelquefois un chemin *V* vers la campagne, auquel on donne 10 ou 12 pieds de largeur. On Pl. 1.

ralleles aux faces des places d'armes, à la même distance qu'on en aura mené du côté intérieur du chemin couvert pour terminer le glacis.

Pl. 1. le fait aller en biaisant ou en ligne courbe, afin que l'ennemi ne puisse pas l'enfiler & en interrompre l'usage, lorsqu'il fait le siege de la place. On fait aussi fort souvent des coupures dans les branches du chemin couvert pour l'entrée & la sortie de la place; mais on n'en pratique jamais aux places d'armes des angles saillans, parce qu'elles se trouveroient trop exposées à la vue de l'ennemi.

Du chemin couvert on entre dans la place par un pont Q, qui aboutit à une porte de la ville.

83. Les portes des villes de guerre sont placées ordinairement au milieu des courtines, comme la porte *X* l'est au milieu de la courtine *LM*. C'est l'endroit le mieux défendu de l'enceinte, parce qu'on s'y trouve exposé au feu des deux flancs *LI*, *MZ*: ainsi c'est le moins susceptible des attaques de l'ennemi.

On passe les fossés des places fortes sur des ponts de charpente, élevés sur plusieurs chevalets posés sur des piles ou solides de maçonnerie, dont la hauteur se regle selon la profondeur du fossé. Ces ponts sont composés

de deux parties, ſavoir *du pont-dormant & du pont-levis.*

Le pont-dormant Q eſt toute l'étendue ou la longueur du pont, depuis la contreſcarpe ou le bord extérieur du foſſé juſqu'à la diſtance de 12 ou 15 pieds de l'eſcarpe ou côté extérieur du rempart. On lui donne ordinairement 14 ou 15 pieds de largeur. Pl. 1.

Le pont-levis eſt la partie qui joint le pont-dormant à la place. On lui donne le nom de *pont-levis*, parce qu'on le leve, quand on le veut, pour boucher ou interrompre le paſſage du pont.

Il y a des ponts-levis *à baſcules* & *à fleches.*

Les ponts à baſcules ſont ceux qui ſe meuvent ſur une eſpece d'axe ou eſſieu, enſorte qu'en baiſſant leur partie qui eſt ſous la porte, l'extérieure qui ſe joint au pont-dormant, ſe leve & cache la porte. La partie de ce pont qui eſt ſous la porte, ſe baiſſe dans une eſpece de cage pratiquée à cet effet, que l'on nomme *la cage de la baſcule.*

Les ponts à fleches ſont ceux qui ſe meuvent par le moyen de deux

pieces de bois ſuſpendues au haut de la porte, & auxquelles le pont eſt attaché avec des chaînes de fer par ſa partie qui tombe ſur le pont-dormant. Ces pieces de bois répondent à une eſpece d'eiſſieu placé ſur le bord extérieur de la porte, & elles ſont appellées *fleches*. A la partie intérieure des fleches, c'eſt-à-dire, à leur extrêmité ſous la porte, il y a auſſi des chaînes qui y tiennent : elles ſervent à tirer cette partie des fleches en bas pour faire lever leur partie extérieure, & par conſéquent le pont qui y eſt attaché, lequel étant levé, couvre tout-à-fait la porte, comme le pont à baſcule.

Lorſque le pont-dormant a 20 ou 30 toiſes de longueur, on conſtruit au milieu un pont-levis, pour qu'en cas de ſurpriſe l'ennemi ne puiſſe pas ſe rendre maître de toute l'étendue du pont.

On fait à la tête des ponts-dormans une barriere vers leur extrêmité du côté de la campagne. Cette barriere eſt compoſée de deux eſpeces de portes ou ventaux à claire voie, dont les barreaux ont environ 7 pieds de

hauteur sur 5 à 6 pouces de grosseur.

Les portes des villes sont pratiquées sous le rempart, qui est soutenu par de fortes voûtes dans l'endroit qu'elles occupent.

84. Au milieu de ces voûtes il y a des *orgues* suspendues en haut.

Les orgues sont plusieurs longues & grosses pieces de bois, placées fort proches les unes des autres, & attachées chacune par une corde à un moulinet, ensorte que lorsqu'on veut les faire tomber, s'il se trouvoit un obstacle qui en arrêtât quelques-unes, les autres ne souffriroient point de cet obstacle ; elles tomberoient & boucheroient l'ouverture de la porte. Ainsi leur usage est de la fermer promptement en cas de surprise.

85. Avant les orgues on se servoit pour le même sujet *des herses*. La herse est un grand treillage ou chassis de bois, dont toutes les parties sont jointes ensemble, & dont les pieces verticales sont armées de fer par en bas (*a*).

(*a*) L'usage des herses étoit connu des Anciens. *Vegece* en parle comme d'une in-

On ne trouve plus guere de herses à présent que sous les portes des anciennes fortifications. On ne s'en est plus servi depuis l'invention des orgues, parce qu'en mettant quelque chose sous la porte, à l'endroit ou la herse peut tomber, on en arrête l'effet ; ce qu'on ne peut point faire à l'égard des orgues.

A côté des portes des villes on pratique des *corps-de-gardes*, qui sont des logemens pour les Officiers & les soldats destinés à la garde des portes.

On construit aussi au pied du rempart, en dedans de la ville, des logemens pour les troupes qui la gardent ; ces logemens sont nommés *casernes*.

86. On nomme *place d'armes de*

vention très-ancienne. On met, dit cet Auteur, à l'entrée des portes des villes, *une herse suspendue avec des cordes ou des chaînes : si les ennemis s'avisent d'entrer, la herse tombe sur eux, les enferme, & les livre aux assiégés. Cependant il faut encore que la muraille au dessus de la porte soit construite en masse-côulis, afin de verser de l'eau, & d'éteindre le feu, s'il étoit à la porte.* Nouvelle traduc. de Vegece.

la ville, un grand eſpace qui eſt ordinairement au milieu, où l'on aſſemble les ſoldats pour les fonctions militaires.

Maniere de connoître la valeur des angles & des lignes de la fortification.

87. L'enceinte ou le corps de la place étant conſtruit, comme on vient de l'enſeigner, il eſt aiſé de remarquer qu'il n'y a d'abſolument connu dans les lignes & les angles de cette fortification, que le côté extérieur *BC*, de 180 toiſes; la perpendiculaire *ID*, de 30 toiſes dans l'exagone, de 25 dans le pentagone, & de 22 toiſes dans le quarré : les faces des baſtions de 50 toiſes, l'angle du centre, & celui de la circonférence ſont auſſi connus; tout le reſte ne l'eſt point. Il eſt cependant fort utile de ſavoir quelle eſt la valeur de toutes les autres lignes, & de tous les autres angles de la fortification. *Pl. 34*

On peut y parvenir par le calcul (*a*); on le peut auſſi ſans calcul, mais

(*a*) Voyez la fin du ſecond volume *de la Géométrie de l'Officier*, où l'on donne ce calcul.

Pl. 3. d'une maniere moins exacte, qui cependant peut suffire, lorsque le plan a été construit très-exactement sur une grande échelle.

Cette derniere méthode & la seule dont nous parlerons ici, consiste à porter sur l'échelle du plan toutes ses lignes inconnues, & à remarquer combien elles en contiennent de parties.

Ainsi pour savoir quelle est la longueur de la ligne de défense *BF*, il faut la prendre avec le compas, & la porter sur l'échelle *ab*: l'on verra qu'elle contient 135 toises 2 pieds; c'est-à-dire, qu'elle n'excede point la portée du fusil.

On trouvera de même que les flancs ont chacun 27 toises 2 pieds.

Chaque demi-gorge, comme *OE*, 27 toises un pied.

La capitale *OB*, 49 toises 2 pieds.

Le côté intérieur *OP*, 135 toises 5 pieds, qui se trouve, ainsi qu'on l'a déja dit, sensiblement égal à la ligne de défense.

La courtine *EF*, 76 toises 3 pieds, &c.

A l'égard des angles, on les mesurera avec le *rapporteur*, & on trouvera

vera que l'angle flanqué *GCK*, eſt de 83 degrés 8 minutes. *Pl. 3, Fig. 6.*

L'angle du flanc *EFG*, de 99 degrés 13 minutes.

L'angle flanquant *BDC*, de 143 degrés 8 minutes; l'angle diminué *HBC*, de 18 degrés 26 minutes, &c.

Il eſt aiſé de remarquer que toutes ces grandeurs ſont conformes aux maximes de la fortification, & qu'elles ſe trouvent déterminées par la conſtruction.

La perpendiculaire *ID*, élevée ſur le milieu de *BC*, détermine les angles diminués *HBC*, *GCB*, & par conſéquent les angles flanqués *B* & *C*, qui ne ſont autre choſe que les angles du polygone dont on a retranché deux angles diminués : elle détermine de même l'angle flanquant *BDC*, & l'angle du flanc *EFG*, qui doit ſe trouver d'environ 100 degrés (*a*).

(*a*) Pour prouver que l'angle du flanc *EFG* doit avoir à peu près cette valeur par la conſtruction, il faut imaginer que de *H* en *G*, on a tiré la ligne *HG*, qui ſera égale à *HF*. On aura le triangle iſoſcele *GHF*, dont les deux angles ſur la baſe *FG*, ſont chacun la moitié du ſupplément de l'angle *GHF*, égal,

Les flancs varient selon qu'elle augmente ou qu'elle diminue, comme on le verra dans les remarques suivantes.

On prend cette perpendiculaire plus petite dans le quarré & le pentagone, que dans l'exagone & les autres polygones, parce que l'angle de la circonférence du quarré n'étant que de 90 degrés, si on la prenoit de même grandeur que dans l'exagone, elle donneroit les angles diminués de même valeur que dans ce polygone, c'est-à-dire de 18 degrés 26 minutes: or, deux de ces angles étant retranchés de 90 degrés, il ne resteroit, pour l'angle flanqué du bastion, que 53 degrés; angle qui, comme on l'a vu dans les maximes précédentes, ne peut être admis dans la fortification,

à cause des paralleles *BC* & *HG*, à l'angle diminué *CBH*. Or cet angle est à peu près de 19 ou 20 degrés dans l'exagone & les polygones au dessus; donc la moitié de son supplément *HFG* est d'environ 80 degrés. Mais cet angle joint avec l'angle flanquant intérieur *HFE*, égal aussi à l'angle diminué, vaut environ 100 degrés: donc l'angle du flanc *GFE*, qui est égal à ces deux angles, est à peu près de cette même valeur; ce qu'il falloit démontrer.

puisqu'on n'y en reçoit pas au-dessous de 60 degrés. Pl. 3. Fig. 6.

En donnant à la perpendiculaire *ID* la huitieme partie du côté *BC*, c'est-à-dire 22 toises, on réduit les angles diminués à 13 degrés 44 minutes. Or, si de 90 degrés on ôte 2 de ces angles, il reste environ 62 degrés & demi pour l'angle flanqué du quarré, & dans cet état cet angle n'est point contraire aux maximes de la fortification.

L'angle de la circonférence du pentagone est de 108 degrés (*a*). Ainsi dans ce polygone on peut faire les angles diminués plus grands que dans le quarré; en donnant 25 toises à la perpendiculaire *ID*, ou la septieme partie de *BC*, on les fait de 15 degrés & demi; ôtant deux de ces angles de 108 degrés, l'on aura 77 de-

(*a*) On a vu dans la Géométrie que *l'angle du centre & l'angle de la circonférence, pris ensemble, valent deux angles droits.* Or on a l'angle du centre en divisant la circonférence, ou 360 degrés par le nombre des côtés du polygone. Il est donc toujours facile de connoître l'angle de la circonférence, puisqu'il n'y a pour cela qu'à soustraire l'angle du centre, de 180 degrés.

grés pour l'angle flanqué du pentagone.

L'angle de la circonférence de l'exagone, qui eſt de 120 degrés, donne lieu de faire les angles diminués plus grands, en donnant 30 toiſes à la perpendiculaire *ID*, ou la ſixieme partie du côté *BC*, les angles diminués ſont, comme on l'a déja vu, de 18 degrés 26 minutes : donc dans ce polygone l'angle flanqué eſt de 83 degrés quelques minutes.

M. de *Vauban* gardant toujours la même perpendiculaire de 30 toiſes dans les polygones d'un plus grand nombre de côtés que l'exagone, il n'y a point de variation dans les flancs de leurs baſtions : ils ſont de même grandeur que dans l'exagone ; les angles flanqués deviennent ſeulement plus ouverts à meſure que le polygone a un plus grand nombre de côtés, les demi-gorges plus grandes, & les capitales un peu plus petites.

Dans ces polygones on pourroit, en augmentant la perpendiculaire, augmenter auſſi les flancs : mais M. de *Vauban* les a jugés d'une grandeur convenable, comme ils ſont dans

l'exagone, c'est-à-dire, de 27 toises quelques pieds.

REMARQUES.

I.

88. On a dit, lors de la détermination de la grandeur du flanc, que cette grandeur dépendoit de l'angle du polygone que l'on fortifie : on va le démontrer ici.

Il est évident que plus l'angle du polygone est grand, plus on peut augmenter l'angle diminué *FBC*, (*pl.* 3, *fig.* 6.) & par conséquent l'angle flanquant intérieur *EFB*, qui lui est toujours égal, à cause que le côté extérieur *BC* est parallele à l'intérieur *OP*: mais plus ce dernier angle est grand, plus dans le triangle *EFH* le côté ou le flanc *EH* qui lui est opposé, le sera aussi : donc, &c. *Pl.* 3, *Fig.* 6.

Comme la grandeur de la perpendiculaire *ID* est relative à l'angle du polygone, & qu'elle détermine les angles diminués, il s'ensuit que les flancs, dont la grandeur dépend de ces angles, dépendent aussi de cette même perpendiculaire, & qu'ils

doivent varier ſelon qu'elle augmente ou qu'elle diminue.

I I.

89. Toutes les lignes & tous les angles de la fortification étant connus, on pourroit la conſtruire *en dehors* (*a*), en inſcrivant un polygone dans un cercle, & ſuppoſant à chacun de ſes côtés la valeur du côté intérieur.

Prenant enſuite ſur ce côté les demi-gorges de la grandeur trouvée par l'examen des lignes de la fortification, & faiſant après cela les angles du flanc de la grandeur qu'ils doivent avoir, les flancs de même, & enfin en décrivant des angles de l'épaule, & d'un intervalle de 50 toiſes, deux arcs, dont le point d'interſection ſeroit l'angle flanqué des baſtions, &c. on auroit encore cet angle & les faces des baſtions, en prolongeant le rayon

(*a*) On dit qu'on fortifie *en dehors*, lorſque le côté du polygone que l'on ſe propoſe de fortifier, ſert de côté intérieur; parce qu'alors les baſtions ſont véritablement hors du polygone: & l'on dit qu'on fortifie *en dedans*, lorſque le côté du polygone ſe trouve le côté extérieur, les baſtions étant alors en dedans le polygone.

de la grandeur des capitales des bastions, & en tirant par son extrêmité des lignes aux angles de l'épaule, &c.

PROBLÊME IV.

90. *Tracer les rues d'une ville réguliere avec sa place d'armes, ses casernes, &c.*

Les rues peuvent être perpendiculaires les unes aux autres, ou paralleles entr'elles & au côté intérieur de la place.

Dans le premier cas la place d'armes de la ville, construite au milieu, sera quarrée; & dans le second, elle aura la même figure que le polygone de la place.

La premiere maniere est plus avantageuse pour la régularité des maisons, parce que leur emplacement forme des rectangles, au lieu que dans l'autre il ne forme que des trapezes ou trapezoïdes. On donnera ici en peu de mots l'une & l'autre maniere de les construire.

91. *Du tracé des rues & de la place d'armes, lorsqu'elle doit être quarrée.*

Pl. 4. Pour que les rues ſoient perpendiculaires les unes aux autres, & que la place d'armes ſoit un quarré, on commencera à tirer par le centre de la place deux lignes perpendiculaires l'une à l'autre, dont l'une aboutiſſe aux deux portes oppoſées de la ville.

Cela fait, il faudra régler la grandeur de la place d'armes.

Cette grandeur eſt aſſez difficile à déterminer avec préciſion; car elle doit être relative à celle de la ville, à la garniſon, au nombre des habitans, & à la quantité du terrein dont on peut diſpoſer.

Une place d'armes grande & ſpacieuſe a quelque choſe de plus agréable qu'une petite. C'eſt un ornement pour la ville. D'ailleurs, les principaux édifices, comme la grande Egliſe, l'Hôtel de ville, le Gouvernement ou la maiſon du Gouverneur, ont ordinairement leur principale porte ſur la place d'armes. Tout cela y attire un grand concours de monde:

elle doit avoir assez d'espace pour suffire à tout, sans embarras.

Lorsque la ville est fort grande, elle a ordinairement plusieurs places d'armes, dont la plus grande ou la principale se trouve à peu près vers le centre ou le milieu de la ville.

Nous supposerons ici une ville réguliere avec une seule place d'armes à son centre; & pour éviter d'entrer dans l'examen de la grandeur de cette place, nous la prendrons telle qu'elle se trouve déterminée dans le Livre de *la Science des Ingénieurs*; c'est-à-dire, que si la ville est un pentagone, le côté du quarré de sa place d'armes aura 40 toises; 45 ou 50 si elle est de figure exagonale, ou de six bastions. Si elle est de sept bastions, ce côté aura 55 à 60 toises; si elle est de 8, 70 ou 75; enfin pour les places qui auront 11 ou 12 bastions, on donnera au côté de leur place d'armes 90 ou 95 toises, &c.

Pour savoir la quantité de soldats que la place d'armes pourra tenir rangés en bataille, il faudra en trouver la superficie en toises quarrées; doublant cette superficie, on aura à peu

Pl. 4. *près le nombre cherché, ſuppoſant qu'un ſoldat en bataille occupe une demi-toiſe quarrée, c'eſt-à-dire, 3 pieds de front & 6 de file. Lorſqu'il s'agit de ſe mettre en bataille pour combattre, le ſoldat occupe moins d'eſpace. On lui donne ſeulement alors 20 pouces, ou environ 2 pieds de front & 3 de file.*

Le côté du quarré de la place d'armes étant réglé, on en prendra la moitié, & à cette diſtance on menera des paralleles aux deux perpendiculaires qui paſſent par le centre de la place : elles formeront 4 quarrés autour de ce centre, leſquels pris enſemble en feront un ſeul, qui ſera celui de la place d'armes.

On menera enſuite des paralleles aux côtés de ce quarré, à la diſtance de 30, 32, & même 35 toiſes, pour la diſtance du milieu d'une rue à l'autre, & cela juſqu'à la diſtance de 15 toiſes du talud intérieur du rempart.

Pour marquer les rues, il faut mener des paralleles aux deux lignes perpendiculaires qui paſſent par le milieu de la place d'armes, à la diſtance de 4 toiſes de part & d'autre de cette ligne, pour avoir les grandes rues de

la place de 8 toises; à l'égard des autres rues, on leur donnera seulement 4 toises de largeur. Pour cet effet on menera des paralleles de part & d'autre des lignes qui marquent le milieu de ces rues, & qui sont paralleles aux côtés de la place d'armes, à la distance de 2 toises.

Les 15 toises laissées entre le talud du rempart & les maisons de la place, sont pour l'emplacement des casernes qui sont construites vis-à-vis les courtines; pour un espace de 2 ou 3 toises qu'on laisse entre le talud du rempart & les casernes, & pour une rue de 4 ou 5 toises devant les casernes, entr'elles & les maisons de la place. Appliquons ceci à un exemple.

Soit une ville réguliere dont l'enceinte est formée par 6 bastions, on commencera par mener une parallele à toutes les lignes qui terminent le talud intérieur du rempart, à la distance de 15 toises. Ces paralleles renfermeront l'espace *lmnpqrl*, que les maisons doivent occuper. *Pl. 4.*

On menera ensuite par le centre *C* la ligne *AB*, qui va de la porte *A* à la porte *B*, & encore par le point

Pl. 4. *C* la ligne *rn*, perpendiculaire à *AB*.

On prendra sur *AB*, *CE* de 25 toises, & par le point *E* on menera une parallele à *rn*. On prendra *CF* de 25 toises, & par le point *F* on menera de même une parallele à *rn*. Par les points *G* & *H*, pris aussi à la distance de 25 toises du point *C*, on menera des paralleles à *AB*, lesquelles avec les deux premieres, formeront le quarré de la place d'armes, dont chaque côté sera de 50 toises.

La place d'armes étant ainsi déterminée, il faut tracer les rues ; pour cela on menera des paralleles à chacun de ses côtés, à la distance qu'il doit y avoir d'une rue à l'autre, c'est-à-dire, de 30, 32 ou 35 toises, comme on l'a dit ci-devant. Mais dans cet exemple où la place est fort petite, on partagera en deux parties égales la partie de la ligne *EA* depuis le point *E* jusqu'à sa rencontre avec la ligne *lm* ; & par le point *t*, milieu de cette partie, on menera une parallele au côté *E* de la place d'armes, qui sera terminée par les lignes *rl* & *mn*. On menera de même une parallele au côté *F*, vers *B*, à la distance

Et, terminée par *rq* & *pn*. Enfin on prendra *Et*, & on le portera de *H* vers *u*, & de *G* vers *r*, autant de fois qu'elle pourra y être contenue, c'est-à-dire, deux fois avec un reste, savoir de *H* en *u*, & de *u* en *x*, & de même sur *Gr*. Par les points *u* & *x* on menera des paralleles au côté *H*. On fera la même chose du côté *G*, & l'on aura le milieu de toutes les rues de la place déterminé.

Pour tracer actuellement les rues, il faut mener de part & d'autre de la ligne *AB*, & de la ligne *rn*, des paralleles à la distance de 4 toises de ces lignes, & l'on aura les 4 grandes rues de la place de 8 toises de largeur. Pour les autres, on leur donnera seulement 4 toises de largeur : ainsi on menera de part & d'autre de la ligne qui en marque le milieu, des paralleles à la distance de 2 toises.

La place d'armes & les rues ainsi tracées, on les mettra au trait, en laissant vuides les 4 quarrés du milieu pour la place d'armes, le tout ainsi qu'on le voit dans la figure qui peut dispenser d'une plus ample explication, & dans laquelle les lignes du milieu des rues sont ponctuées.

Pl. 4. Présentement il faut construire les casernes dans l'emplacement qui leur est destiné, c'est-à-dire, dans l'espace des 15 toises laissées entre l'extrêmité du talud du rempart & la ligne qui termine les maisons de la place.

On menera une parallele à chacune des lignes qui terminent le talud du rempart vis-à-vis les courtines, à la distance de 3 toises, & une autre parallele à ces premieres, à la distance de 8 toises. Cet espace de 8 toises sera pour les casernes. Les 4 toises restantes seront pour la rue qui doit être entre les casernes & les maisons de la place. *Ces lignes sont ponctuées dans la figure ; on ne les a point distinguées par des lettres à cause de la petitesse du plan.*

La longueur des casernes n'est pas déterminée : elles peuvent occuper à peu près celle des courtines, comme on le voit dans la figure. A leurs extrêmités se construisent des pavillons *P*, *P*, pour les Officiers.

Ces pavillons ont 8 toises de largeur, c'est-à-dire, toute la largeur laissée pour les casernes, & leur longueur est de 10 ou 12 toises.

Lorſqu'ils ſont marqués, on détermine les caſernes en tirant des lignes d'un pavillon à l'autre, un peu en dedans de l'eſpace comme la figure le montre, enſorte que les pavillons des Officiers aient un peu plus de largeur ou de ſaillie que le logement des ſoldats.

Vis-à-vis les portes, les caſernes ne peuvent occuper toute la longueur de la courtine. On laiſſe un eſpace d'environ 24 ou 30 toiſes de largeur vis-à-vis la porte. Cet eſpace ſe détermine en prenant 12 ou 15 toiſes de part & d'autre de la ligne qui paſſe par le milieu de la porte. On conſtruit des pavillons *P* & *P* des Officiers du côté de la porte, & le reſte de la caſerne pour les ſoldats ſe continue juſques vers les extrêmités de la courtine. *Voyez cette diſpoſition vis-à-vis la porte B.*

Pour éviter l'embarras auprès des portes, on pratique dans l'emplacement des rues une eſpece de petite place qui a environ 25 ou 30 toiſes de largeur, & 10 ou 12 de profondeur. La conſtruction en eſt trop aiſée en conſidérant la figure, pour s'amuſer à la détailler.

Pl. 4. Jusqu'ici nous avons omis de parler de la construction des portes, ou de la maniere de les marquer sur le plan. Il est à propos d'y suppléer en peu de mots.

On commence par prendre dans le parapet de part & d'autre de la ligne qui passe par le milieu de la porte, un espace de 2 toises; ce qui donne 4 toises pour la longueur de cet espace : on lui donne aussi 4 toises de largeur, c'est-à-dire, une toise de plus qu'au parapet.

Cet espace exprime un corps de garde que l'on construit ordinairement en cet endroit sur le rempart, de même que la chambre des *orgues*, ou le lieu où les orgues sont suspendues.

Il est évident qu'il ne doit point y avoir de banquette vis-à-vis le côté intérieur de ce petit espace.

Après cela, il faut marquer le logis de l'Aide-Major, ou du Capitaine des portes, qui occupe une partie du rempart vis-à-vis la chambre des orgues.

Pour le faire, on portera de part & d'autre de la ligne qui passe par le

le milieu de la porte, sur la ligne qui termine le talud intérieur du rempart, 5 ou 6 toises, & par l'extrêmité de ces lignes on menera dans le talud, vers le parapet, des paralleles à la ligne qui passe par le milieu de la porte, auxquelles on donnera 6 ou 7 toises. On menera par l'extrêmité de ces lignes une ligne droite qui terminera l'emplacement de ce bâtiment.

Il est clair par cette construction, qu'il ne reste de largeur au rempart en cet endroit, c'est-à-dire, entre la chambre des orgues & ce bâtiment, que 3 ou 4 toises.

A chaque côté de ce logis on pratique de petits degrés de pierre, qui ont 3 ou 4 pieds de largeur, pour monter sur le rempart. Ils sont marqués 1 & 2 sur le plan. *Planche* 4.

Il reste à marquer les ponts sur le plan : il faut prolonger le rayon droit *CA* jusqu'en *M*, c'est-à-dire, jusqu'à la contrescarpe du fossé, & mener de part & d'autre de cette ligne, à la distance de 7 pieds, des paralleles. Elles détermineront la largeur du pont. A 12 ou 15 pieds de la cour-

tine on menera une parallele dans toute la largeur du pont, pour marquer l'emplacement du pont-levis : on les diſtingue du pont dormant par deux lignes qui ſe coupent diagonalement, ou en croix de S. André.

On remplit le pont dormant de petites lignes paralleles à celles qui terminent la longueur du pont-levis. Elles expriment les planches du pont.

On mene auſſi de part & d'autre du pont, à commencer à l'endroit où finit le pont levis, & fort près des lignes qui terminent la largeur du pont, des paralleles très-proches de ces lignes : elles marquent l'épaiſſeur des pieces de bois dont le garde-fou eſt formé : elles ne ſont pas continuées jusqu'à la courtine, parce que le pont-levis n'a pas de garde-fou.

Enfin en dehors de chacune de ces lignes on fait des eſpeces de petits quarrés, comme on le voit dans la figure, pour exprimer les avances des pieces de bois ſur leſquelles ſont poſées les planches du pont.

On eſt entré dans ce petit détail, afin que les commençans ne trouvent aucune difficulté pour exprimer ſur la

plan toutes ces ſortes de choſes, qui s'y marquent ordinairement.

92. Du tracé des rues & de la place d'armes, lorſqu'elle doit être ſemblable à la figure de la place.

Lorſqu'on veut que la place d'armes ſoit ſemblable à ſon polygone, il faut prolonger juſqu'au centre de la place toutes les perpendiculaires élevées ſur le milieu de chaque côté du polygone, & tirer auſſi les rayons extérieurs, ou, ce qui eſt la même choſe, prolonger les capitales des baſtions juſqu'au centre de la place.

Après cela, pour former la place d'armes, on portera du centre de la place ſur chaque perpendiculaire prolongée, 24 toiſes, ſi la place a 5 baſtions; 30, ſi elle en a 6; 36, ſi elle en a 7; 40, ſi elle en a 8; & enfin 50, ſi elle a 11 ou 12 baſtions, &c. & par ces points l'on menera des paralleles aux courtines, leſquelles donneront la figure de la place d'armes.

On menera enſuite d'autres paralleles aux côtés de la place d'armes,

éloignées de 30 à 32, & même 35 toises de distance les unes des autres, pour avoir le milieu de chaque rue, & l'on achevera ces rues comme dans le cas précédent.

On observera seulement que toutes les perpendiculaires tirées des courtines de la place, & de tous les rayons obliques ou capitales prolongées, sont le milieu des rues, qui vont du centre aux courtines & aux bastions. On donnera 8 toises à celles qui traversent la ville d'un bout à l'autre, & qui aboutissent à ses portes, & seulement 4 toises de largeur aux autres rues.

Par cette derniere construction on peut se transporter facilement du centre de la place aux bastions & aux portes de la ville, mais les maisons s'y trouvent mal disposées.

Comme cet ouvrage est composé pour ceux qui commencent à s'appliquer aux fortifications, on a cru devoir leur donner tout de suite la maniere de tracer le plan d'une place complette, afin de leur rendre cette construction plus aisée & plus facile à retenir. On va expliquer présente-

ment la figure qu'on peut donner au flanc, pour en augmenter la force, & le mettre en état de résister davantage aux batteries de l'ennemi.

On donnera ensuite la construction des ouvrages que l'on fait ordinairement dans le fossé, & l'on passera après cela aux ouvrages qui se construisent au-delà, & qu'on nomme *dehors*.

PROBLÊME V.

93. *Tracer un flanc concave avec son orillon.*

Le flanc étant la partie la plus essentielle de l'enceinte d'une place forte, on a tâché d'augmenter sa défense, sa solidité, & de le cacher à l'ennemi.

Chaque Auteur a eu ses idées particulieres pour y parvenir : celles de M. de *Vauban*, dont on va donner la construction, consistent à rendre concave une partie du flanc, & à couvrir cette partie de l'autre partie du flanc arrondie, ou en demi-cercle. Un flanc disposé de cette maniere, se nomme *flanc couvert*, ou *flanc con-*

cave & à orillon; on nomme *orillon* sa partie qui est arrondie.

Opération.

Pl. 5. Fig. 3. Il faut tracer au crayon le premier trait, ou la ligne magistrale de la place, par le premier problême. Ce premier trait étant tracé :

1°. On divisera le flanc *CD* en 3 parties égales.

2°. Sur le milieu *CI* du tiers du flanc, vers l'épaule du bastion, on élevera en dedans le bastion une perpendiculaire indéfinie *OK*; & au point *C*, extrêmité de la face *BC*, une autre perpendiculaire *CK*, qui coupera la premiere dans un point *K*. De ce point *K* pris pour centre, & de l'intervalle *KC* ou *KI*, on décrira un arc *CI*, qui donnera l'orillon *CI*.

3°. On posera la regle sur l'extrêmité *I* de l'orillon *CI*, & sur le point *A*, sommet de l'angle flanqué du bastion opposé à *DC* (*a*). La regle restant dans cette position, on tirera la ligne *IH*, en dedans le bastion, à

(*a*) On pourroit, au lieu de mettre la regle en *A*, la poser à 5 ou 6 toises de ce point sur la face *AE*.

laquelle on donnera 7 toiſes. Cette ligne ſe nomme le *revers de l'orillon.*

On prolongera la ligne de défenſe *AD* en dedans du baſtion, & on prendra ſur ce prolongement, *DG* de 5 toiſes. Enſuite des points *G* & *H*, chacun pris pour centre, & de l'intervalle *GH*, on décrira deux arcs qui ſe couperont dans un point *L* hors du baſtion : de ce point, pris pour centre, & du même intervalle *GH* on décrira l'arc *GPH*, qui ſera le flanc couvert, que l'on nomme auſſi *flanc concave.*

Si l'on fait les mêmes opérations ſur tous les autres flancs des baſtions de la place, on aura le plan tracé avec des baſtions à flancs concaves & à orillons.

REMARQUES.

1°. L'on peut, ſi l'on veut, dans la conſtruction des plans, décrire l'orillon, en faiſant un demi-cercle ſur la ligne *CI*, priſe pour diametre.

2°. L'orillon doit avoir au moins 6 ou 7 toiſes de diametre pour réſiſter à l'effort du canon. Ainſi on ne peut en conſtruire qu'aux flancs qui

Pl. 5. ont 18 ou 20 toises, & au dessus.
Fig. 3. Dans les flancs plus petits, l'orillon seroit trop foible.

94. 3°. Par la construction du revers *IH* de l'orillon, la partie du flanc concave proche le point *H*, ne peut être vue du chemin couvert opposé : on pratique à cet endroit une embrasure pour loger un canon que l'ennemi ne peut démonter, si ce n'est avec les bombes, dont l'effet est assez incertain dans un espace d'une aussi petite étendue. Ce canon sert à défendre le passage du fossé de la face du bastion opposé, proche le pied du revêtement; à le rendre plus lent, plus difficile, plus meurtrier, & à retarder ou reculer la prise de la place. Il défend également le pied & une partie de la breche même que l'ennemi fait vers le milieu de la face du bastion, pour pénétrer dans la place.

A l'autre extrêmité *G* du flanc concave on fait encore une embrasure que l'ennemi ne peut détruire, & qui sert à loger un canon qui bat le chemin couvert vis-à-vis l'angle flanqué du bastion opposé, & vis-à-vis l'angle rentrant de la contrescarpe. Le reste du

du flanc entre ces deux embrasures, en contient autant d'autres que la longueur peut le permettre : elles sont éloignées les unes des autres de 15 pieds, à compter du milieu de chaque embrasure. *Voyez* n°. 31, *la construction ou les dimensions des différentes parties des embrasures.*

Les flancs couverts occasionnent une plus grande dépense que les autres ; mais leur utilité & les avantages qui en résultent, en dédommagent amplement. Cette utilité est telle qu'il y a des Ingénieurs qui soutiennent qu'une place n'est pas bien fortifiée, si elle n'a des flancs couverts, & que les simples ou les plats ne sont propres qu'aux *forts de campagne*, ou aux ouvrages de terre qu'on construit à la guerre pour fortifier différens postes.

4°. Les lignes qui terminent le parapet, le terreplein & le talud du rempart du flanc concave, sont des arcs de cercles décrits du même centre *L*, que ce flanc.

Pour décrire le côté intérieur du parapet, on augmente le rayon *LH*, de 3 toises, & pour décrire la ligne qui termine le terreplein du rem- *Pl. 11 Fig. 11*

Pl. 5, part, il faut encore l'augmenter de 6
Fig. 3. toises, &c.

5°. Le parapet de l'orillon se mene en ligne droite à 3 toises de la ligne *IC*, & parallelement à cette ligne.

6°. Le revers de l'orillon *IH*, n'étant point vu de la campagne, n'a pas besoin d'un parapet de même épaisseur que les autres ouvrages : on lui en donne un de maçonnerie, épais seulement de 3 pieds.

7°. Le prolongement *DG* de la courtine, se nomme la *brisure de la courtine.*

8°. On peut former les flancs couverts d'une maniere différente de celle de M. de *Vauban* qu'on vient d'expliquer, & cela en terminant en ligne droite la partie rentrante ou couverte du flanc. L'orillon peut être également terminé extérieurement en ligne droite ; mais il a plus de solidité lorsqu'il est arrondi ; car, comme alors ils ne forme pas d'angle avec les faces du bastion, les boulets ont plus de difficulté à le ruiner. Le flanc couvert en ligne courbe ou concave est aussi plus avantageux que celui qui est en ligne droite ; car outre

qu'il eſt toujours plus grand de quelques pieds, il découvre encore plus parfaitement les parties oppoſées du foſſé.

9°. On conſtruit dans le revers de l'orillon des portes ſecrêtes appellées *poternes*. On s'en ſert pour faire paſſer les ſoldats de la place dans le foſſé & de là dans les ouvrages extérieurs. On pratique pour cet effet un chemin ſoutérrein dans l'intérieur du rempart.

Lorſque le flanc n'a point d'orillon ou qu'il eſt ſimple, on fait les poternes aux extrêmités de la courtine vers l'angle du flanc.

10°. On conſtruiſoit autrefois dans le rempart du flanc couvert des ſouterreins voûtés, qui avoient des ouvertures dans le revêtement par leſquelles on tiroit du canon. On appelloit ces ſouterreins des *caſemates*.

Les inconvéniens de la fumée qui rendoit le ſéjour de ces caſemates fort incommode, & les bombes qui les ruinoient très promptement, en on fait ceſſer l'uſage. Cependant on peut encore regarder comme des caſemates, les ſouterreins que M. de

Vauban a pratiquées dans les *tours bastionnées* de *Landaw* & du *neuf Brisack*. Ils sont à la vérité voûtés à l'épreuve de la bombe ; mais la fumée a toujours beaucoup de peine à s'y dissiper, malgré les soupiraux qu'on y a construit. On en parlera dans la suite de cet ouvrage.

On a aussi donné le nom de casemate ou de *place basse*, à des especes de flancs bas que les anciens Ingénieurs construisoient parallelement au flanc couvert du bastion, & au pied de son revêtement. Ces places étoient couvertes par l'orillon ou la partie de l'épaule du bastion, qui formoit le flanc couvert. Elles avoient pour objet de doubler le feu du flanc, sans être exposées aux accidens de la fumée des casemates souterreines. On en parlera plus en détail en rendant compte des constructions des principaux Ingénieurs qui ont précédé M. de *Vauban*.

PROBLÊME VI.

94. *Tracer une tenaille & une caponniere.*

La *tenaille* eſt un ouvrage conſtruit ſur les lignes de défenſe vis-à-vis les courtines. Cet ouvrage n'eſt pas plus élevé que le niveau de la campagne ; au contraire il eſt quelquefois plus bas de 2 ou 3 pieds : il eſt couvert d'un parapet avec une ou deux banquettes.

La tenaille ſert à augmenter la défenſe du foſſé : les coups qui partent de cet ouvrage ſont plus dangereux que ceux qui ſont tirés des flancs de la place, parce qu'ils ſont plus raſans & tirés de plus près. Elle a quelquefois des flancs, comme la tenaille *INOQPK*, *figure* 1 ; dans ce cas on *Pl. 6.* la nomme *tenaille à flancs* : quand elle n'a point de flancs, comme la tenaille *EMF*, *figure* 2, on la nomme *tenaille ſimple.*

M. le Maréchal de *Vauban*, qui eſt l'inventeur des tenailles, après s'être d'abord ſervi des tenailles à flancs, leur a préféré dans la ſuite

Pl. 6. les simples, parce que les flancs des premieres pouvoient être aisément enfilés du rempart de la demi-lune; inconvénient qui ne se trouve point dans la tenaille simple : mais aussi son feu est fort oblique.

Pour construire la tenaille à flancs il faut :

1°. Mener la ligne *GH* parallele à la courtine *RS*, & à la distance de 3 toises de cette ligne.

2°. Mener les lignes *GI*, *HK*, paralleles aux flancs *RE*, *SF*, à la distance de 5 toises.

3°. Tirer les lignes de défense *AS*, *BR*, & du sommet *M* de l'angle flanquant, il faut prendre de part & d'autre les lignes *MN*, *MP*, égales chacune à la moitié des lignes *MI*, *MK*, & ensuite des points *N* & *P*, abaisser des perpendiculaires *NO*, *PQ*, sur les lignes de défense *BR*, *AS*. Ces perpendiculaires seront les flancs de la tenaille, & les lignes *IN*, *PK* en seront les faces; l'on tirera la ligne *OQ*, qui en sera la courtine.

4°. A 3 toises de distance du trait principal *INOQPK* de la tenaille, on lui menera des lignes paralleles pour

déterminer ſon parapet. On donnera 6 toiſes au terreplein de la tenaille vis à-vis les faces & les flancs : à l'égard de celui de la courtine, il ſera terminé par la parallele *GH*, pourvu qu'elle ſe trouve éloignée d'environ 3 toiſes du côté intérieur du parapet.

5°. Si la diſtance de *GH* à la courtine *OQ*, eſt mondre que de 6 toiſes, ou, ce qui eſt la même choſe, ſi le côté intérieur du parapet de cette courtine n'eſt pas éloigné de 3 toiſes de la ligne *GH*, on menera d'abord une parallele à *GH*, à la diſtance de 3 toiſes, laquelle donnera le terreplein de la tenaille vis-à-vis ſa courtine : enſuite on menera une autre parallele au-delà & à la même diſtance, qui terminera la longueur des flancs par ſa rencontre avec les lignes *NO* & *PQ*, & qui ſera le côté extérieur du parapet de la courtine.

6°. Il faut marquer une banquette à la tenaille, comme au parapet du corps de la place. Il y en a ordinairement deux vis-à-vis les faces, parce que leur parapet eſt plus élevé que celui du reſte de la tenaille, afin de couvrir les flancs.

Pl. 6. 7°. On partage la tenaille en deux parties par un petit fossé *MV*, pratiqué au milieu de sa courtine. Les deux parties de cet ouvrage communiquent ensemble par un petit pont qui les joint l'une à l'autre.

REMARQUE.

La tenaille est un ouvrage entierement isolé ou détaché de la place ; les débris ou les ruines du rempart & du parapet de l'enceinte de la ville ne peuvent nuire à ceux qui sont dans cet ouvrage, à cause de sa distance au revêtement de la place.

La tenaille a été substituée à la fausse braye fort méprisée de tous les Ingénieurs modernes, excepté de M. de *Mégrigny*, qui avoit jugé à propos d'en faire à la citadelle de *Tournay* (*a*).

Les faces de cette double enceinte pouvoient être facilement enfilées du chemin couvert ou du haut du glacis :

(*a*) M. de *Folard* prétend qu'on n'avoit ajouté une fausse braye à la citadelle de Tournay, que pour corriger les défauts de la premiere enceinte.

la courtine & les flancs n'avoient pas le même inconvénient ; mais les débris du rempart, lorsqu'il étoit revêtu, en rendoient partout le séjour très-dangereux.

Pour corriger ce défaut, M. de *Vauban* a supprimé les faces de la fausse braye, & éloigné de la place la courtine & les flancs, ensorte que les éclats du revêtement n'y pussent pas parvenir. Cet ouvrage ainsi rectifié, est notre tenaille à flancs, qui a les principaux avantages de la fausse braye sans en avoir tous les défauts.

Le Chevalier de Ville avoit proposé à peu près cette même correction avant le Maréchal de *Vauban*.

95. *Construction de la tenaille simple.*

Il faut, comme dans la tenaille à flancs, mener une parallele *DC* à la courtine *AB*, qui en soit éloignée de 3 toises ; tirer les lignes de défense *OB*, *PA*, & mener les paralleles *DE*, *CF*, aux flancs *AG*, *BH*, à la distance de 5 toises ; après quoi il ne s'agit plus que de mener des paralleles au trait principal *EMF*, à la distance de 3 toises de ce trait, *Pl. 6, Fig. 2.*

pour avoir le côté intérieur du parapet de cette tenaille ; & enfin des paralleles *KV*, *VN*, à la distance de 6 toises du côté intérieur de ce parapet, pour terminer le terreplein de cette tenaille. Elle sera terminée par des lignes *KE*, *EM*, *MF*, *FN*, *NV*. On la coupera en deux parties égales par un petit fossé fait vis-à-vis le point *M*, comme dans la tenaille à flancs.

Pl. 6, Fig. 4. Lorsque les lignes *KX*, *NY*, qui terminent le terreplein de la tenaille, rencontrent la ligne *DC*, dans des points *X* & *Y* un peu éloignés du milieu de cette ligne, la tenaille a sa partie du milieu *RS* parallele à la ligne *XY*, ou à la courtine *AB*. On termine cette partie en menant une parallele à la ligne *XY*, à la distance de 3 toises, pour avoir le terreplein de la tenaille vis-à-vis la courtine, & à cette parallele une autre parallele aussi à la distance de 3 toises, pour déterminer l'épaisseur du parapet de cette partie : cette derniere parallele donne le côté extérieur de la partie *RS* de la tenaille, c'est à dire, qu'elle coupe les lignes *EM*, *ME*, dans des

points *R* & *S* qui terminent cette partie.

96. Construction de la caponniere.

Les tenailles se font ordinairement dans les fossés pleins d'eau, mais on en peut faire aussi dans les fossés secs, & alors on y ajoute des *caponnieres*.

La caponniere n'est autre chose qu'une espece de double chemin couvert, large de 12 à 15 pieds, construit au fond du fossé vis-à vis le milieu de la courtine, & qui occupe toute la largeur du fossé dans cet endroit, ou qui se termine aux deux côtés de l'angle flanquant, c'est-à-dire, à la rencontre des lignes de défense.

Elle est palissadée de part & d'autre; son parapet, qui est seulement élevé de 3 pieds au dessus du niveau du fossé, va se perdre en pente douce ou en glacis dans le fossé à 10 ou 12 toises de son côté intérieur. Le terre-plein de cet ouvrage est creusé de 3 pieds dans le fossé. Ainsi toute la hauteur de son parapet est de 6 pieds: il a des banquettes comme le chemin couvert.

Pl. 6, *Fig.* 3. Pour construire la caponniere il faut tirer les lignes de défense *EH*, *GF*, pour avoir l'angle flanquant *EBF*. De son sommet *B*, il faut tirer, au sommet *A* de l'angle rentrant de la contrescarpe, la ligne *BA*, & lui mener de part & d'autre des paralleles à la distance de 6 ou 7 pieds, terminées d'un côté par la contrescarpe, & de l'autre par les lignes de défense, & la caponniere sera tracée.

On lui menera des banquettes, comme on le voit dans la *figure* 3, *pl.* 6; & à 10 ou 12 toises de chacun de ses côtés, des paralleles pour déterminer le glacis de son parapet.

On construit souvent des caponnieres dans le fossé sec, sans qu'il y ait de tenailles dans ce fossé; mais alors on substitue à la tenaille ordinaire, une espece de tenaille simple *OBP*, qui consiste en une élévation de terre de 8 ou 9 pieds sur le fond du fossé, le long des parties *OB*, *BP*, des lignes de défense vis-à-vis la courtine, laquelle va se perdre en glacis dans le fossé à la distance de 10 ou 12 toises. On donne une ou deux banquettes à cet ouvrage, lequel a le

même uſage que la tenaille ordinaire. Si l'on ne fait point de tenaille de cette maniere, la caponniere ſe continue juſqu'auprès de la courtine, où l'on fait ordinairement une poterne par où l'on deſcend de la place dans le foſſé ſec.

Le principal uſage de la caponniere eſt de défendre directement le paſſage du foſſé des faces des baſtions, & de donner au ſoldat un paſſage ſûr pour aller de la place dans les ouvrages extérieurs. Pour qu'on ne puiſſe point être découvert en ſortant de la caponniere, on coupe ordinairement la contreſcarpe dans ſon angle rentrant par une ligne *LK*, parallele à la courtine; ce qui ſe fait en prenant les parties *AL*, *AK*, chacune de 8 ou 10 toiſes, & tirant enſuite la ligne *LK*. On pratique auſſi quelquefois pour le même ſujet dans cet endroit un petit enfoncement, comme *LMNK*, auquel on donne la figure d'un ſegment de cercle, comme on le voit *pl. 6, fig.* 3. ou celle d'un triangle, &c.

On couvroit autrefois le deſſus de la caponniere par de forts *madriers*, qui ſont des planches très-épaiſſes,

& on mettoit beaucoup de terre ſur ces madriers. On pratiquoit de petites ouvertures dans le parapet de cet ouvrage, par où les ſoldats tiroient ſur l'ennemi ; mais la fumée de la poudre qui y étoit fort incommode, a fait ſupprimer ces eſpeces de voûtes ou couvertures ; enſorte qu'aujourd'hui les caponnieres ſont entierement découvertes.

PROBLÊME VII.

97. *Conſtruire une cuvette dans le foſſé.*

Rien de plus ſimple que cette conſtruction. Il ſuffit de placer au milieu du foſſé, parallelement aux lignes de défenſe, un foſſé de 12 ou 14 pieds de largeur, & de l'arrondir vis-à-vis les angles flanqués, comme à la contreſcarpe. Il doit avoir, lorſqu'il n'eſt pas revêtu, 4 ou 6 pieds de largeur par en bas, ſa profondeur eſt de 6 ou 7 pieds.

Lorſqu'il y a une cuvette, il eſt eſſentiel qu'il y ait des caponnieres pour la flanquer. On fait paſſer la cuvette ſous la caponniere. *Voyez* cette cuvette *a b c d e f*, *fig.* 3, *pl.* 6.

PROBLÊME VIII.

98. *Décrire le profil ou le dessein de la coupe du rempart, du fossé, du chemin couvert, & du glacis d'une place forte.*

Soit la *figure premiere*, le plan d'une place forte construite comme on vient de l'enseigner : on y voit quelles sont les longueurs & les largeurs de toutes ses parties. Pour en connoître les hauteurs, il faut supposer que cette fortification est coupée perpendiculairement de haut en bas, selon la ligne *ST*. Il s'agit de tracer le dessein de cette coupe qu'on appelle ordinairement *profil*. *Pl. 7.*

Opération.

On tirera au crayon une ligne *AB*, laquelle exprimera le niveau du terrein de la place, ensorte que ce qui sera au dessus du rez de-chaussée dans la fortification, sera au dessus de cette ligne, & que ce qui sera au dessous, sera sous cette ligne dans le profil. *Pl. 7.*

On fera ensuite une échelle *ab*, plus grande que celle du plan, c'est-

Pl. 7. à-dire, dont la partie qui exprime une toise, soit plus grande, afin que toutes celles du profil soient plus distinctes. On la proportionnera à la grandeur du papier sur lequel on veut dessiner le profil, ensorte que si la coupe *ST*, *pl.* 1, a 50 toises de largeur, la largeur du papier ait au moins 50 toises de l'échelle. Cela posé;

Du point *A*, pris sur la ligne *AB*, on prendra *AC* de 4 toises 3 pieds, pour le talud intérieur du rempart : du point *C* on élevera la perpendiculaire *CD* de 3 toises ou 18 pieds, pour la hauteur du rempart (*a*).

(*a*) On donne 18 pieds à la hauteur du rempart de la place dans ces élémens, parce que c'est la plus ordinaire & la plus commune; mais on va examiner en peu de mots les avantages & les désavantages des remparts plus ou moins élevés.

Un rempart fort élevé couvre plus avantageusement les principaux édifices de la ville. Il met aussi le soldat plus à portée de tirer sur l'ennemi dans la campagne. Mais il a l'inconvénient de coûter beaucoup pour sa construction & pour son entretien, d'être plus exposé aux batteries de l'ennemi, & d'augmenter l'espace extérieur que l'épaisseur du parapet empêche de découvrir. D'ailleurs lorsque le rempart est fort élevé, le

Par le point D on menera une parallele indéfinie DN à la ligne

soldat est obligé de tirer en plongeant, & la balle s'enfonce dans la terre plus promptement que quand le rempart a moins d'élévation. On est obligé d'augmenter l'inclinaison ou la pente de la plongée du parapet ; ce qui en rend la crête plus foible & la met hors d'état de résister au canon. On peut ajouter à ces inconvéniens que le canon tiré de fort haut en bas tourmente beaucoup son affut, & qu'on en dirige les coups bien plus difficilement.

Les remparts qui ont peu d'élévation, coûtent moins que les autres; leur entretien est moins considérable. Ils sont moins exposés aux batteries de l'ennemi ; les coups en sont plus rasans ou moins inclinés, & l'espace que l'épaisseur du parapet empêche de découvrir vers la campagne, est moins grand. Mais ils ne découvrent pas la campagne aussi avantageusement que les remparts élevés. Il est plus aisé de les franchir par l'*escalade*, c'est-à-dire, avec des échelles, & ils couvrent moins les édifices de la ville.

Il suit de ce qu'on vient d'observer sur les remparts bas & élevés, qu'ils ont chacun leurs défauts & leurs avantages ; mais que les meilleurs sont ceux qui, sans être trop exposés au canon de l'ennemi, peuvent couvrir les maisons de la ville, & commander les environs de la place sans trop affoiblir la plongée du parapet. Ces principaux objets peuvent être remplis en donnant au rempart

Pl. 7. *AB*, ſur laquelle on prendra *DE*, de 4 toiſes 3 pieds pour la largeur du terreplein du rempart, non compris celle de la banquette.

Au point *E* on élevera la perpendiculaire *EF*, de 2 pieds & demi pour la hauteur de la banquette, & l'on menera *FH* parallele à *DN*: on prendra *FG* de 5 pieds, & *GH* de 4. On tirera la ligne *EG*, qui exprimera le talud de la banquette: *GH* en ſera la partie ſupérieure.

Du point *H* on élévera la perpendiculaire *HI* de 4 pieds & demi pour la hauteur du parapet au deſſus de la banquette (*a*). Du point *I* on menera

une hauteur de 18 pieds, ainſi que nous la réglons dans ces élémens: mais on doit la varier ſuivant les différentes circonſtances du terrein dans lequel la place ſe trouve ſituée.

(*a*) La hauteur intérieure du parapet audeſſus de la banquette eſt toujours de 4 pieds & demi. Cette hauteur a paru ſuffiſante pour qu'un ſoldat de taille ordinaire, c'eſt-à-dire, de 5 pieds quelques pouces, puiſſe tirer aiſément par deſſus le parapet. Comme l'ennemi peut alors découvrir le ſoldat, on le lui cachoit autrefois par un rang de paniers remplis de terre, dont on garniſſoit la par-

une parallele indéfinie *IK* à la ligne *DN*, ſur laquelle on prendra *IL* d'un pied & demi, & on tirera *HL*, qui ſera le côté intérieur du parapet.

On prendra *LK* de 3 toiſes pour l'épaiſſeur du parapet, & du point *K* l'on abaiſſera ſur *AB*, la perpendiculaire *KP*, prolongée au-delà de la ligne *AB*. On prendra *KM* de trois pieds, & l'on tirera la ligne *LM*, qui ſera la partie ſupérieure ou la plongée du parapet, laquelle eſt ainſi un talud, (comme on l'a déja dit,) afin que le ſoldat placé ſur la ban-

tie ſupérieure du parapet, proche le côté intérieur. Ces paniers étoient plus larges en haut, ou a leur ouverture, que vers le fond : ainſi ils laiſſoient entr'eux un petit intervalle au travers duquel le ſoldat pouvoit tirer & découvrir l'ennemi ſans trop ſe montrer. A la place de ces paniers on ſe ſert à préſent de ſacs à terre rangés le long du côté intérieur du parapet ſelon leur longueur, & environ à 5 ou 6 pouces de diſtance les uns des autres. Sur cet eſpace ou intervalle on met un autre ſac à terre, qui couvre la tête du ſoldat, lorſqu'il tire par cet eſpece de crénau. Les ſacs à terre ſont des ſacs remplis de terre, qui ont environ deux pieds de longueur ſur 6 ou 8 pouces de diametre.

Pl. 7. quette opposée (*a*), puisse découvrir le chemin couvert & le glacis.

On prolongera la ligne *DE* jusqu'à ce qu'elle coupe *KP* en *N*; puis on décrira du point *N*, pris pour centre, un petit demi-cercle d'un pied de rayon. Il représentera le cordon qui est toujours au niveau du rempart.

On prendra ensuite *NP* de 6 toises, & du point *P* on menera une parallele indéfinie *Pn* à *AB*: cette parallele exprimera le fond du fossé, dont on suppose ici la profondeur égale à la hauteur du rempart, qui est de 3 toises.

On prendra *NO* de 5 pieds pour l'épaisseur du revêtement au cordon (*b*), & du point *O* on menera la li-

(*a*) La ligne *KM* qui détermine la plongée du parapet, doit varier suivant l'élévation du rempart & la largeur du fossé. On peut la déterminer généralement, en tirant du sommet *L* du parapet, une ligne qui aboutisse vers le milieu du chemin couvert opposé.

(*b*) L'épaisseur du revêtement au cordon peut être fixée à 5 pieds: on lui donne communément pour talud la cinquieme ou la sixieme partie de sa hauteur, à compter depuis le cordon jusqu'au fond du fossé.

gne indéfinie *OQ*, parallele à *NP*. Elle sera le côté intérieur du revêtement.

Du point *P*, où *Pn* rencontre *NP*, on prendra *PR* de 7 pieds pour le talud du revêtement, c'est-à-dire, d'environ la cinquieme partie de sa hauteur *NP*, & l'on tirera *NR*, qui représentera l'escarpe ou le côté extérieur du revêtement.

L'on prendra *RS* d'un pied pour la retraite de la fondation, & l'on tirera *ST* perpendiculaire à *PN*, à laquelle on pourra donner 2 ou 3 toises, pour exprimer la profondeur de la fondation : l'on tirera *TQ*, parallele à *Pn*, qui coupera *OQ* dans un point Q.

On marquera le revêtement du parapet en menant une ligne *Y&*, parallele à *NM*, à la distance de 3 pieds. C'est son épaisseur ordinaire (*a*).

(*a*) Quoique le rempart soit revêtu, on ne revêt pas toujours le parapet, parce que les éclats de la maçonnerie, lorsqu'il est battu par le canon, sont presque toujours nuisibles à ceux qui sont derriere le parapet, joint à ce qu'il y a plus de difficulté à

Pl. 7. Si l'on suppose qu'il se rencontre un contrefort (*a*) dans la coupe, &

y percer des embrasures dans le besoin. Ce que l'on fait donc, est de reculer un peu le pied du parapet, jusqu'au sommet *O* du revêtement, & de l'élever de là en talud, ensorte que ce talud ait les deux tiers du parapet. On peut prolonger la ligne *QO* jusqu'à la ligne *L K*, & prendre sur *L K*, en allant vers *L*, la grandeur que le parapet doit avoir pour talud, & tirer ensuite la ligne de son talud au point *O*. Alors les 3 toises de l'épaisseur du parapet doivent se compter ou se prendre entre le prolongement de *QO* & de *HI*, c'est-à-dire, de la perpendiculaire sur la banquette.

(*a*) On voit dans le front de fortification
Pl. 3. *BS*, le plan de la fondation d'un revêtement avec celui de ses contreforts.

Suivant une table particuliere de M. le Maréchal de *Vauban*, l'épaisseur du contrefort d'un revêtement de 10 pieds de haut, est de 2 pieds à son extrêmité, c'est-à dire, à la partie parallele opposée au revêtement. Elle augmente ensuite de 8 pouces par 10 pieds d'élévation du revêtement ; ensorte qu'au revêtement de 36 pieds de haut, elle sera environ de 3 pieds 8 pouces. L'épaisseur du contrefort d'un revêtement de 10 pieds de haut est *à sa racine*, c'est-à-dire, à sa partie adossée ou liée au revêtement, de 3 pieds : elle augmente ensuite d'un pied par 10 pieds d'élévation du revêtement ; ensorte qu'à un revêtement de 36 pieds de

que l'on veuille en exprimer le profil, il faudra prendre *OV* de 9 pieds,

hauteur, l'épaisseur du contrefort à sa racine doit être d'environ 5 pieds 6 pouces. La *longueur* du contrefort d'un revêtement de 10 pieds de haut est de 4 pieds; elle augmente ensuite de 2 pieds par 10 pieds d'élévation du revêtement: ainsi à un revêtement de 36 pieds de hauteur, le contrefort doit avoir environ 9 pieds de longueur. Cette longueur se mesure par une perpendiculaire tirée de la racine du contrefort à son extrêmité. Dans le profil que l'on construit, la ligne *OV* exprime la longueur du contrefort *VQ*, que l'on rencontre dans la coupe.

Les mesures qu'on vient de donner pour les dimensions des contreforts & celles des revêtemens, ont été expérimentées, dit M. de *Vauban*, sur plus de 500000 toises cubes de maçonnerie bâties à 150 places fortifiées par les ordres de *Louis le Grand*. Mais comme elles ne sont établies sur aucun principe de théorie, elles ont été examinées depuis par M. *Couplet* dans les Mémoires de l'Académie Royale des Sciences, années 1726, 1727 & 1728, où l'on trouve des Tables dans lesquelles ces mesures sont exactement déterminées, suivant les différens taluds que les terres peuvent prendre. M. *Belidor* a aussi traité la même matiere dans les trois premiers Livres de la *Science des Ingénieurs*, & il y donne des Tables que doivent consulter ceux qui sont chargés de la construction

Pl. 7. & mener VX, parallele à OQ; $VXQO$ exprimera le profil du contre-fort, qui est adossé au revêtement OR.

On donne ordinairement une pente au terreplein du rempart, afin que les eaux qui tombent dessus, s'écoulent vers la place : on prendra pour la déterminer DW d'un pied & demi; l'on tirera la ligne WE, qui exprimera la partie supérieure du rempart, & AW qui donnera son talud intérieur, ou la pente des terres du rempart vers la ville.

Le profil du rempart & de toutes ses parties étant ainsi construit, on prendra sur le plan, *figure* 1, la largeur du fossé dans l'endroit où il est coupé par la ligne ST, & on porPl. 7. tera sur la ligne Pn du profil le nombre de toises que contient la largeur du fossé dans l'endroit de sa coupe : on suppose qu'elle est de 20 toises.

On portera 20 toises de P en n pour la largeur de ce fossé, & du

effective des fortifications. Celles de M. de *Vauban* peuvent être regardées comme suffisamment exactes dans un ouvrage de la nature de celui-ci.

point

point *n* on élevera la perpendiculaire *nm*, terminée par *AB* au point *m*, qui sera le bord de la contrescarpe.

On menera une parallele *Zy* à la ligne *mn*, à la distance de 3 pieds de cette ligne, pour avoir l'épaisseur du revêtement de la contrescarpe; on prendra *nu* de trois pieds pour le talud de ce revêtement, & l'on tirera la ligne *um*, qui sera le côté extérieur du revêtement de la contrescarpe.

On laissera au point *u* une retraite d'environ 6 pouces, & l'on terminera la fondation de ce revêtement, de la même maniere que celui du rempart.

On prendra ensuite *m c* de 4 toises 3 pieds pour la largeur du chemin couvert, non compris sa banquette (*a*); au point *c* on élevera la

(*a*) On suppose ici que le chemin couvert est au niveau de la campagne : sa construction seroit la même, quand il seroit d'un pied ou 2 au dessous.

On pratique le chemin couvert au dessous du niveau de la campagne, lorsque l'on manque de terre pour son glacis, ou lorsque les ouvrages devant lesquels il est construit, ont peu d'élévation, parce que

Pl. 7. perpendiculaire *cd* de 2 pieds & demi pour la hauteur de la banquette. On tirera la ligne *d f*, parallele à la ligne *A B*, sur laquelle on prendra *de* de 5 pieds, & *ef*, de 4. On menera la ligne *ce* pour le talud de la banquette; *ef* en sera la partie supérieure.

Du point *f* on élevera la perpendiculaire *fl* de 4 pieds & demi pour la hauteur du parapet du chemin couvert sur la banquette. On prolongera *f l* jusqu'à ce qu'elle coupe la ligne *A B* dans un point *r* : on prendra *rg* de 20 toises pour la largeur du glacis, & on tirera *lg*, qui exprimera le glacis ou la pente des terres du parapet du chemin couvert (*a*). On prendra sur cette ligne la

dans ce dernier cas son parapet pourroit trop couvrir ces ouvrages, & les empêcher de commander la campagne.

(*a*) On a déja remarqué que cette pente, prolongée vers la place, doit se terminer un peu au dessus du cordon, afin que l'ennemi ne puisse pas découvrir le revêtement du rempart, qu'il ne soit établi sur le haut du glacis. Les places où cela se trouve observé exactement, sont appellées *rasantes*.

Pour disposer ainsi le glacis dans tous les

partie *lh* d'un pied, & l'on tirera la ligne *hf*, qui sera le côté intérieur de ce parapet : après quoi il n'y aura plus qu'à marquer une palissade sur la banquette (*a*), comme on la voit dans la figure, & le profil sera achevé.

cas, il faut, du point *g*, qui en détermine l'étendue, tirer une ligne au dessus du cordon *N*, ou vers le haut du côté extérieur du parapet. Cette ligne coupera en *l* la perpendiculaire *lr*, qui termine la largeur du chemin couvert; on prendra *lr* de 7 pieds pour la hauteur du parapet du chemin couvert, & l'on menera par *r* une parallele au niveau de la campagne, laquelle donnera le terreplein du chemin couvert, &c.

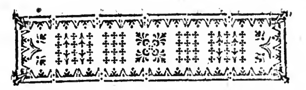
(*a*) On a planté autrefois les palissades différemment qu'on ne les plante à présent; savoir sur le haut du glacis, à deux pieds près du bord : mais outre qu'elles étoient trop exposées au canon de l'ennemi, elles interrompoient encore la plus grande partie du feu de la place. Pour sauver cet inconvénient, on a pris le parti de les planter sur la banquette à la distance d'un pied & demi du côté intérieur du chemin couvert. Cette distance se mesure vis-à-vis le linteau. La pointe de ces palissades surpasse d'un pied ou environ le sommet, ou la crête du glacis.

REMARQUE.

On observera ici que le rempart est plus élevé aux angles flanqués des bastions, & en général à tous les angles saillans des ouvrages de la fortification, qu'aux angles de l'épaule. Cette plus grande élevation des angles saillans sert à couvrir plus exactement la longueur des faces de ces ouvrages, & à empêcher, dans plusieurs cas, qu'elles ne soient vues du terrein des environs, lorsque ce terrein se trouve même supérieur au terreplein du rempart de ces ouvrages. Les angles saillans du chemin couvert sont aussi par cette même raison un peu plus élevés que les rentrans.

Fin de la premiere Partie.





ÉLÉMENS DE FORTIFICATION.

SECONDE PARTIE.

Des dehors, ou des ouvrages que l'on construit au-delà du fossé pour augmenter la défense de la place.

99. On appelle généralement *dehors* tous les ouvrages qui se construisent au-delà du fossé de la place. Ils servent à en augmenter la force, à couvrir les ponts, les endroits foibles, à joindre à la ville des éminences qui la commandent, & qui n'en sont pas trop éloignées, à enfermer des fauxbourgs, & enfin à prolonger la durée

de la défenſe de la ville, parce que l'ennemi eſt obligé de s'en rendre maître, avant que de pouvoir parvenir au corps de la place. Les plus communs & les plus utiles de ces ouvrages ſont les *demi-lunes*, les *contre-gardes*, les *ouvrages à corne* & *à couronne*, les *grandes* & *petites lunettes*, &c.

La diſpoſition ou la figure de ces ouvrages eſt établie ſur les mêmes principes que ceux qu'on obſerve dans la conſtruction de l'enceinte du corps de la place.

Il ne doit y avoir aucune de leurs parties qui ne ſoit flanquée, ſoit du corps de la place, ſoit d'une autre partie du dehors, ou d'un dehors voiſin; enſorte que l'ennemi n'y doit trouver aucun lieu où il puiſſe ſe placer ſans être vu de quelqu'autre lieu.

Comme on a jugé néceſſaire que toutes les parties de l'enceinte de la place ſoient défendues avec le fuſil, il faut par cette raiſon que toutes les parties des dehors ſoient auſſi flanquées par le fuſil; & pour cet effet que celles qui ſont flanquées des par-

ties de l'enceinte de la place, ne ſoient éloignées de ces parties que de la portée de cette arme; & de même que les autres parties des dehors qui ſe flanquent mutuellement, ne ſoient auſſi éloignées les unes des autres que de la portée du fuſil, c'eſt-à-dire de 120 à 140 ou 150 toiſes. Les dehors doivent avoir un rempart & un parapet : voici ce qu'il y faut obſerver de particulier.

1°. Ils doivent être conſtruits de maniere qu'après avoir été pris, ils ne puiſſent point ſervir de couvert ou d'abri contre des coups tirés de la place, ou des autres dehors.

2°. Leur rempart doit être plus bas que celui de la place, afin qu'il en ſoit commandé.

Quand il y a pluſieurs dehors les uns devant les autres, le plus près de la place doit avoir ſon rempart plus bas de 3 ou 4 pieds, & le dehors qui eſt immédiatement devant celui-ci, doit avoir ſon rempart auſſi de 4 pieds plus bas, & ainſi de ſuite; enſorte que s'il y a trois dehors les uns devant les autres, & que le rempart de la place ſoit élevé de 18 pieds,

le rempart du premier dehors ne le ſera que de 14 pieds, celui du ſecond que de 10, & celui du troiſieme que de 6 pieds. Ainſi les dehors les plus près de la place commandent ceux qui ſont plus éloignés, & le rempart de la place commande généralement tous les dehors.

3°. Chaque dehors doit être environné d'un foſſé, qui doit communiquer avec celui de la place, & être auſſi profond, ſi les foſſés ſont pleins d'eau, mais qui peut l'être un peu moins, s'ils ſont ſecs, & cela afin que le pied du dehors ſoit mieux défendu des parties de la fortification dont il eſt flanqué.

Les foſſés des dehors doivent avoir 10 à 12 toiſes de largeur, & être arrondis vis-à-vis leurs angles ſaillans, comme l'eſt celui de la place vis-à vis l'angle flanqué du baſtion.

4°. Le parapet des dehors eſt de même épaiſſeur que celui de la place, c'eſt-à-dire qu'il a 3 toiſes, pour être par-tout à l'épreuve du canon.

A l'égard du rempart, la largeur du terreplein eſt ordinairement de 3 à 4 toiſes; quant au talud, on lui

donne les deux tiers, ou la hauteur du rempart.

REMARQUE.

Lorſque l'on deſſine ou que l'on conſtruit un plan auquel on veut ajouter des dehors, l'enceinte de la place étant tracée au crayon avec ſon foſſé, il ne faut point y marquer immédiatement le chemin couvert, mais conſtruire les dehors, & après qu'ils ſont tracés, y ajouter le chemin couvert, qui doit être conſidéré comme l'enveloppe de toutes les fortifications d'une place de guerre, & en terminer tous les ouvrages.

I.

PROBLÊMES

Pour la conſtruction des dehors.

PROBLÊME I.

100. *Conſtruire une demi-lune.*

La *demi-lune LMN*, qu'on nommoit autrefois *ravelin*, eſt un ouvrage preſque triangulaire, conſtruit vis-à-vis les courtines, qui eſt com- Pl. 8.

Pl. 8. posé de deux faces *LM*, *MN*, qui forment un angle saillant *LMN*, vers la campàgne, & de deux demi-gorges *RL*, *RN*, prises sur la contrescarpe de la place.

Pour construire une demi-lune vis-à-vis une courtine 3 *F*, il faut marquer deux points *O* & *P* sur les faces *E* 1, *H* 2, des bastions qui accompagnent cette courtine, à 4 ou 5 toises de distance des angles de l'épaule *E* & *H*; puis du point *F* pris pour centre, & de l'intervalle *FO*, décrire un arc qui sera coupé par le prolongement de la perpendiculaire *BR*, dans un point *M*, lequel sera le sommet de l'angle saillant de la demi-lune. Après cela, on tirera les lignes *M O*, *M P*, qu'on terminera à la contrescarpe en *L* & en *N*; l'on aura *ML*, & *MN*, qui seront les faces de la demi-lune; *LR* & *RN* en seront les demi-gorges.

La ligne *RM* tirée de l'angle rentrant *R* de la contrescarpe à l'angle saillant *M* de la demi-lune, se nomme la *capitale de la demi-lune*.

Le parapet & le rempart de la demi-lune se mettent parallelement à ses

faces : sçavoir ; le côté intérieur du parapet à 3 toises des faces en dedans la demi-lune ; le rempart, ou la ligne qui termine son terreplein, à 4 toises du côté intérieur du parapet, & enfin le talud du rempart à 2 toises & demi de son côté intérieur.

On construit une rampe dans le talud du rempart de la demi-lune, vis-à-vis son angle saillant. Elle se fait en menant de part & d'autre de cet angle, à la distance de 8 ou 10 pieds, une parallele à la ligne qui termine le talud. On donne 15 toises à chacune de ces paralleles, & par leur extrêmité on tire des lignes au sommet de l'angle du terreplein du rempart. A 8 ou 10 pieds on mene une parallele à chacune de ces lignes dans la largeur du talud, & la rampe se trouve ainsi construite.

On ne fait point de rempart à la gorge des dehors, ou à leur partie tournée vers la place, parce qu'il ne pourroit servir qu'à couvrir l'ennemi contre le feu de la place, lorsqu'il se seroit emparé de ces sortes d'ouvrages.

On donne 12 toises de largeur au

Pl. 8. fossé de la demi-lune, & on mene sa contrescarpe parallele à ses faces jusqu'au fossé de la place. On l'arrondit vis-à-vis l'angle saillant *M*, comme on arrondit le fossé de la place vis-à-vis les angles flanqués des bastions.

REMARQUES.

1°. Les demi-lunes servent à couvrir les courtines & les portes, qui, comme on l'a déja dit, se construisent au milieu. Elles empêchent aussi que l'ennemi ne découvre les flancs de deux endroits différens, c'est-à-dire de la contrescarpe opposée à la courtine, & de celle qui est opposée aux flancs, cette derniere étant la seule où l'ennemi peut établir ses batteries pour les ruiner; ce qu'il feroit bien plus aisément, s'il avoit l'avantage de les battre de deux endroits à la fois. Comme les faces des bastions ne sont d'ailleurs défendues que d'un flanc, l'approche de leur fossé ne peut l'être que fort obliquement de la face du bastion opposé. La demi-lune augmente la difficulté de cette approche, & par conséquent la force de la place.

2°. Les parties rO, Pn, des faces des bastions comprises entre le prolongement des faces de la demi-lune & le prolongement de sa contrescarpe, lui servent de flancs; car il est clair qu'ils flanquent ses faces dans toute leur étendue, aussi-bien que son fossé. On construit ordinairement deux embrasures pour loger deux canons dans chacune de ces parties.

On a pris les points O & P à 4 ou 5 toises des angles de l'épaule E & H, c'est-à-dire vers l'extrêmité du parapet & de la banquette des flancs, afin que toute la partie des faces qui est vis-à-vis le fossé de la demi-lune, puisse défendre ce fossé; ce qui ne seroit point, si les faces de la demi-lune étant prolongées, aboutissoient aux angles de l'épaule E & H; car l'épaisseur du parapet en cet endroit occuperoit une partie de l'espace qui flanque la demi-lune, & alors elle ne seroit point défendue par un feu égal à la largeur de son fossé.

3°. Pour sçavoir jusqu'à quel point on peut avancer l'angle saillant M de la demi-lune, dans la campagne, il

Pl. 8. faut des points *P* & *O* pris pour centre, & de l'intervalle *P O*, décrire deux arcs qui se couperont dans un point 7 qui sera le point extrême demandé ; car tirant des lignes de 7 en *P*, & de 7 en *O*, on aura un triangle équilatéral, qui donnera l'angle *O* 7 *P* de 60 degrés. Or cet angle est le plus petit qui puisse être admis dans la fortification ; donc le point *M* ne pourroit être pris au-delà.

4°. Pour augmenter la défense du fossé & des faces des demi-lunes, lorsque leur fossé est sec, on pratique au fond du fossé, vers les extrémités des faces, des especes de *places d'armes m*, qui ne consistent que dans un parapet perpendiculaire aux faces des demi-lunes, qui traverse toute la largeur de leur fossé, à l'exception d'un petit espace auprès de la contrescarpe, qui est fermé par une barriere. Ce parapet est élevé de 3 pieds sur le niveau du fossé, qui est creusé de 3 pieds dans cet endroit ; il se perd en glacis dans le fossé, comme le parapet de celui de la caponniere : il a une banquette, & il est palissadé comme celui de cet ou-

vrage. On fait de ces sortes de places d'armes, qu'on appelle aussi quelquefois *traverses*, dans tous les fossés secs des dehors.

5°. On fait quelquefois des flancs aux demi-lunes, & pour lors elles ressemblent à des bastions qui seroient détachés de l'enceinte.

Pour faire des flancs à une demi-lune *a b c d*, il faut des points *b* & *d* porter 10 toises sur les faces de la demi-lune, qui se termineront aux points *g* & *h*; & des mêmes points *b* & *d* porter 7 toises sur la contrescarpe de *b* en *e*, & de *d* en *f*; tirant ensuite les lignes *e g*, *f h*, elles seront les flancs de la demi-lune *a b c d*. Pl. 8.

Ces flancs doivent avoir un rempart & un parapet, comme les faces. Ils servent principalement à la défense du chemin couvert qui est vis-à-vis les faces des bastions, lorsqu'il peut en être enfilé.

6°. On construit aussi quelquefois une espece de petite demi-lune dans la grande, & on la nomme *réduit*. La capitale *a l* de ce réduit a 15 ou 20 toises, & ses faces sont paralleles à celles de la grande demi-lune.

Le réduit n'a pour l'ordinaire qu'un parapet de maçonnerie d'un pied & demi d'épaisseur : il est percé de *crénaux*, ou d'ouvertures par lesquelles on peut tirer le fusil. Son fossé, qui est parallele à ses faces, n'a que 4 ou 6 toises de largeur.

Le réduit sert à donner une retraite aux soldats qui défendent la demi-lune, lorsqu'ils sont trop pressés par l'ennemi. De cet ouvrage, ils peuvent causer beaucoup d'obstacle à l'établissement de l'ennemi dans la demi-lune qu'ils viennent d'abandonner.

Lorsque les demi-lunes sont fort grandes, on fait le réduit plus grand, & alors on lui donne un rempart un peu plus élevé que celui de la demi-lune, & un parapet de 3 toises, à l'ordinaire.

7°. On doit construire des demi-lunes devant toutes les courtines de la place.

8°. On fait un pont sur le fossé des demi-lunes, placé vis-à vis les portes de la ville. Il se construit vers le milieu de l'une des faces de la demi-lune, de la même maniere que celui qui conduit à la place. Il a aussi un pont-levis

levis qui touche immédiatement à la face de la demi-lune : le rempart est coupé en cet endroit à peu près de la largeur du pont, ensorte qu'on entre de plein pied du pont dans la demi-lune.

PROBLÊME II.

101. *Couvrir une demi-lune avec des lunettes.*

Pour augmenter la défense de la place, on couvre quelquefois la demi-lune par deux ouvrages construits vis-à-vis ses faces, & qui ensemble se nomment *lunettes*. Il y en a de grandes & de petites : les grandes couvrent entierement les faces de la demi-lune, & les petites n'en couvrent qu'une partie.

1°. Pour construire les grandes lunettes, la demi-lune étant construite avec son fossé, il faut prolonger ses faces *B D*, *C D*, indéfiniment au-delà de la contrescarpe, & prendre du bord de cette ligne, c'est-à-dire du point *E*, *E F* de 30 toises, & du point *H*, *G H* de 15 toises : tirant ensuite *G F*, l'on aura la moitié de Pl. 9. Fig. 3.

Pl. 9. Fig. 3. la lunette, dont *G F* & *F E* seront les faces, & *H E* & *H G* les demi-gorges. Si l'on fait la même opération sur le prolongement de l'autre face *C D* de la demi-lune *A B D C*, on aura la lunette tracée (*a*).

La lunette a un rempart, un parapet & un fossé le long de ses faces, comme la demi-lune : son rempart est seulement de 3 pieds plus bas que celui de la demi-lune, & son fossé est aussi large que celui de la demi-lune.

Dans le milieu des grandes lunettes, on fait ordinairement un retranchement ou une coupure *I K*, formé d'un rempart & d'un parapet menés parallelement à la petite face *E F*, auxquels on donne la même largeur qu'au rempart & au parapet de la lunette. On fait un fossé à ce retranchement, parallele au pied du côté *I K*; on lui donne 3 ou 4 toises de largeur : il est terminé du côté de

(*a*) Depuis le siege de *Lille*, en 1708, les Militaires appellent cet ouvrage *tenaillon*. On lui donne ce nom dans la relation de ce siege célebre. Il ne paroît pas qu'on s'en soit servi auparavant.

F G, par le parapet de cette face.

La plongée du parapet de la lunette doit être inclinée de maniere qu'étant prolongée, elle rencontre le milieu du chemin couvert opposé, ou ſa banquette.

Les foſſés des lunettes ſont défendus par les mêmes faces des baſtions qui flanquent la demi-lune. Le foſſé du retranchement eſt flanqué par la face de la demi-lune.

Il faut obſerver que l'angle flanqué *F* de la lunette ait au moins 60 degrés.

On conſtruit quelquefois ſur l'angle rentrant *K* de la contreſcarpe des lunettes, une eſpece de petite demi-lune, dont les demi-gorges priſes ſur cette contreſcarpe, ont chacune 10 toiſes, & les faces 12, & à laquelle on donne un foſſé de 5 ou 6 toiſes, que l'on mene parallelement à ſes faces : la défenſe de cet ouvrage ſe tire des petites faces des lunettes.

2°. Pour conſtruire de petites lunettes vis-à-vis les faces de la demi-lune *A*, (*fig.* 4, *pl.* 9.) on marquera ſur les côtés de l'angle rentrant de la contreſcarpe *C E B*, les points *C* &

Pl. 9, *B*, à la diſtance de 15 toiſes du point
Fig. 4. *E* : les lignes *E B*, *E C*, feront les demi-gorges de la petite lunette.

Pour en avoir les faces, des points *C* & B pris pour centre, & d'un intervalle de 20 toiſes, on décrira deux arcs, qui ſe coupent dans un point *D*. De ce point d'interſection on tirera en *C* & *B* les lignes *D C*, *B D*, qui feront les faces de la lunette.

On fera les mêmes opérations de l'autre côté de la demi-lune *A*, & l'on aura les petites lunettes *G* & *H* tracées.

On menera parallelement à leurs faces ſeulement, un parapet de 3 toiſes & un foſſé de 6 toiſes.

Cet ouvrage eſt flanqué de la face du baſtion & de celle de la demi-lune.

REMARQUES.

I.

Les petites lunettes, telles qu'on vient de les conſtruire, ne ſont autre choſe que des places d'armes du chemin couvert retranchées. Les dimenſions qu'on vient de leur donner, ſont celles qu'on trouve dans tous les

Auteurs qui ont écrit sur la fortification : mais on peut les augmenter ſans inconvénient. Au contraire il en réſultera des ouvrages capables d'une meilleure défenſe. Tout ce qu'il faut obſerver, c'eſt que ces ouvrages ne doivent couvrir entierement ni la face de la demi-lune, ni celles du baſtion devant leſquelles on les conſtruit, afin qu'il reſte aſſez d'eſpace à ces faces pour qu'elles puiſſent défendre le foſſé & le chemin couvert des lunettes.

Pour cet effet on peut régler la grandeur des demi-gorges des petites lunettes environ à la moitié des faces de la demi-lune & du baſtion devant leſquels elles ſont placées. C'eſt-à-dire, qee ſi la face de la demi-lune *A*, (*pl.* 9, *fig.* 4.) eſt de 60 toiſes, la demi-gorge *CE* peut en avoir juſqu'à 30, & ſi la face du baſtion oppoſé eſt de 50 toiſes, que *BE* peut en avoir 25.

A l'égard des faces des petites lunettes, il faut pour les déterminer, lorſque les demi-gorges ſont fixées, élever de leur extrêmité des perpendiculaires à la contreſcarpe, dont la

rencontre formera l'angle flanqué des lunettes. Si cet angle se trouve trop aigu, on l'augmentera en faisant l'angle de la face des lunettes & de la contrescarpe de la demi-lune, un peu obtus.

I I.

Un inconvénient des petites lunettes, c'est que leur fossé *DC*, vis-à-vis la demi-lune, n'étant défendu que de cet ouvrage, se trouve servir de couvert à l'ennemi lorsque la demi-lune est prise.

Ajoutez à cela que cet ouvrage étant moins élevé que la demi lune, ceux qui sont dedans n'y peuvent plus rester après la prise de cette piece : ainsi il a deux défauts considérables qu'il est difficile d'éviter : cependant il s'en trouvoit plusieurs à la citadelle de Tournay.

I I I.

On peut appliquer le raisonnement précédent à la petite demi-lune *K*, pratiquée vis-à-vis l'angle rentrant de la contrescarpe des grandes lunettes, *fig.* 3, *pl.* 9.

PROBLÊME III.

Tracer une contre-garde.

102. La contre-garde eſt un ouvrage qui couvre les faces du baſtion : elle eſt compoſée de deux faces, qui forment un angle ſaillant vis-à-vis l'angle flanqué du baſtion.

Pour conſtruire une contre-garde devant un baſtion *X*, les demi-lunes 4 & 5 proche de ce baſtion étant tracées avec leur contreſcarpe, ou le bord extérieur du foſſé, on prendra ſur ces contreſcarpes les parties *AD*, *TV*, chacune de 16 toiſes, & des points *D* & *V*, on menera des paralleles *DC*, *CV*, aux lignes *AG*, *ST* de la contreſcarpe du baſtion *X*. Ces paralleles ſe couperont dans un point *C*, qui ſera le ſommet de l'angle ſaillant de la contre-garde, dont les lignes *CD*, *CV* ſeront les faces. Pl. 8.

Le rempart, le parapet & le foſſé de la contre-garde ſe menent parallement à ſes faces. Le terreplein du rempart eſt égal à la largeur du parapet, c'eſt-à-dire, qu'il eſt de trois

toises (*a*). La contre-garde est flanquée par les faces des demi-lunes 4 & 5.

On donnoit autrefois des flancs aux contre-gardes ; mais on ne leur en donne plus à présent. Ces flancs ne pouvoient servir qu'à l'ennemi pour battre les demi-lunes voisines, après qu'il s'étoit emparé de la contre-garde.

La contre-garde sert à couvrir le bastion devant lequel elle est construite, de même que les flancs des bastions voisins qui le défendent, ensorte que l'ennemi ne peut les découvrir & les battre qu'après s'être emparé de cet ouvrage. Il y a des Ingénieurs qui donnent à la contre-garde le nom de *couvre-face*.

REMARQUE.

Lorsque les petites lunettes dont on a parlé dans le problême précé-

(*a*) On donne peu de largeur au terre-plein de cet ouvrage, afin que l'ennemi, lorsqu'il s'en est emparé, n'y trouve pas suffisamment de terre pour se couvrir du feu du bastion, & pour y établir des batteries pour le battre en brêche.

dant

dent, couvrent à peu près la moitié des faces de la demi-lune, on peut construire une espece de contre-garde devant l'angle flanqué de la demi-lune. Elle a les mêmes usages par rapport à cet ouvrage, que celle que l'on vient de tracer par rapport au bastion devant lequel elle est placée.

Pour donner une idée de sa construction, nous supposerons que *a b* & *c d* sont les faces des petites lunettes perpendiculaires à celles de la demi-lune *A*. (*Pl.* 9, *fig.* 4.) *Pl.* 9.

On prendra sur la contrescarpe des petites lunettes *f g* & *h l* de 10 toises ou environ. Des points *g* & *l* on menera des paralleles aux faces de la demi-lune *A*; elles se rencontreront dans un point *n*, qui sera l'angle flanquant de la contre-garde de la demi-lune; *g n* & *n l* en seront les faces.

On lui menera un fossé parallele à ses faces, de 6 ou 8 toises de large, un rempart, un parapet, &c. comme à la contre-garde devant le bastion.

Il est évident que les faces *g n* & *n l* sont défendues par celles des petites lunettes.

PROBLÊME IV.

103. *Construire un ouvrage à corne devant une courtine.*

L'ouvrage à corne est composé d'un front de fortification ; c'est-à-dire, d'une courtine & de deux demi-bastions, & de deux longs côtés appellés ses *aîles* ou ses *branches*.

Cet ouvrage se place quelquefois devant un bastion ; mais plus communément devant une courtine.

Pour construire un ouvrage à corne
Pl. 9. devant une courtine *EF*, *figure* 5, il faut prolonger indéfiniment vers la campagne, la perpendiculaire élevée sur le côté du polygone, pour tirer les lignes de défense ; & de l'angle rentrant *Q* de la contrescarpe, prendre sur cette perpendiculaire prolongée, *QL*, de 120 ou 140 toises ; au point *L*, élever sur *LQ*, la perpendiculaire *OP*, & la prolonger de part & d'autre du point *L*.

On prendra sur cette perpendiculaire *LO* & *LP*, chacun de 60 ou 70 toises ; l'on marquera ensuite les points *A* & *B* sur les faces des bastions

opposés à l'ouvrage à corne, à 10 toises de l'angle de l'épaule *C* & *D*; & l'on tirera par les points *O* & *A*, & par les points *P* & *B*, les lignes *OM*, *PN*, qui seront terminées en *M* & en *N* par leur rencontre avec la contrescarpe de la place. Ces lignes seront les branches, aîles ou longs côtés de l'ouvrage à corne; *OP* sera le côté extérieur de cet ouvrage, que l'on fortifiera en prenant sur la perpendiculaire *LQ*, *LR* de 23 toises, si *LP* est de 70 toises; & de 20 toises, si *LP* est seulement de 60 toises.

Par les points *O* & *P*, & par le point *R*, on menera les lignes de défense indéfinies *OX*, *PV*, sur lesquelles on prendra les faces *PS*, *OT*, chacune de 40 toises, si *LP* est de 70, & seulement de 35 toises, si *LP* est de 60 toises; & l'on achevera ensuite la fortification du côté extérieur *OP*, comme dans le premier problême de la construction de l'enceinte, *n.* 70.

On donnera douze toises de largeur au fossé de l'ouvrage à corne, & on le tracera vis-à-vis le front *OP*, comme au corps de la place, en dé-

Pl. 9. crivant des points *O* & *P*, pris pour centre, & d'un intervalle de 12 toises, des arcs de cercle en dehors de l'ouvrage ; & tirant ensuite par les angles de l'épaule *T* & *S*, des lignes tangentes à ces arcs (*a*), &c. A l'égard du fossé des aîles *OM*, *PN*, il sera terminé par des paralleles à ces côtés, à la distance de 12 toises.

Le rempart de cet ouvrage sera de 4 toises, comme celui de la demi-lune.

REMARQUES.

1°. Il faut prendre garde que les angles flanqués *OP* des demi-bastions des ouvrages à corne, aient au moins 60 degrés ; s'ils n'avoient pas 60 degrés, il faudroit diminuer le côté extérieur *OP*.

2°. Quelle que soit la grandeur de *OP*, on déterminera toujours la perpendiculaire *LR*, en lui donnant environ la sixieme partie de ce côté, & l'on déterminera de même les faces en leur donnant deux septiemes.

3°. Les *aîles* ou *branches* de l'ou-

(*a*) Voyez la construction du fossé de la place, *n*. 79.

vrage à corne, sont flanquées par les faces des bastions, sur lesquelles tombe leur prolongement; à l'égard de la partie extérieure de cet ouvrage, elle se flanque elle-même, comme il est évident par sa disposition.

4°. Indépendamment de l'ouvrage à corne construit devant la courtine *EF*, on y construit une demi-lune *Y*, comme devant les courtines de la place.

5°. Pour augmenter la défense de l'ouvrage à corne, on y fait quelquefois des especes de retranchemens, 1 & 2.

Pour construire ces retranchemens, on éleve vers le milieu des faces de la demi-lune *Y*, sur sa contrescarpe, des perpendiculaires que l'on prolonge jusqu'aux aîles de l'ouvrage à corne. Elles sont le côté extérieur du retranchement. On lui donne un rempart & un parapet comme à l'ouvrage à corne. En dehors de ces lignes on leur mene parallelement un fossé à la distance de 7 ou 8 toises; ce fossé communique avec celui de la demi-lune, & il est défendu par les faces de cet ouvrage. Comme il

eſt ordinairement ſec, & qu'il eſt fort proche de la demi-lune, on ne lui donne que 10 ou 12 pieds de profondeur, afin qu'il ſoit plus expoſé au feu de cet ouvrage, & par conſéquent mieux défendu.

6°. On augmente encore la défenſe intérieure de l'ouvrage à corne, en conſtruiſant un chemin couvert le long de la contreſcarpe de ſes retranchemens, & de celle de la demi-lune ou baſtion devant lequel il eſt placé. On fait des places d'armes aux angles rentrans de ce chemin couvert, comme à celui de la place.

On peut conſtruire, & on le fait communément, une demi-lune vis-à-vis la courtine de l'ouvrage à corne; elle ſe conſtruit de la même maniere que celle qui couvre la courtine de la place. On donne 3 toiſes de largeur au terreplein de ſon rempart, & ſon foſſé, qui eſt parallele à ſes faces, n'a que 7 ou 8 toiſes de largeur.

PROBLÊME V.

104. *Construire un ouvrage à corne devant l'angle flanqué d'un bastion.*

Prolongez la capitale du bastion *X*, indéfiniment vers la campagne, & de l'angle flanqué *C* de ce bastion, prenez *CD* de 100, 110 ou 130 toises. Pl. 10.
Au point *D*, élevez une perpendiculaire *AB* prolongée de part & d'autre du point *D*; faites *DA* & *DB* chacune de 70 toises, & *DE* de la sixieme partie de *AB*, ou de 23 toises. Par les points *A* & *B*, & par le point *E*, menez les lignes de défense indéfinies: prenez deux septiemes du côté *AB*, ou 40 toises, pour les faces des demi-bastions de cet ouvrage, & vous acheverez la fortification de ce front, comme dans l'ouvrage à corne vis à vis la courtine.

Pour avoir les branches ou les aîles de cet ouvrage, on marquera les points *F* & *G* sur les faces des demi-lunes collatérales 1 & 2, à 15 toises des angles *H* & *K*. Ensuite par les points *A* & *B*, & *F* & *G*, on tirera les côtés *AL* & *BM* de l'ouvrage à

corne, jusqu'à la contrescarpe des demi-lunes 1 & 2.

On donnera un rempart, un parapet & un fossé à cet ouvrage, comme à celui qui est construit vis-à-vis la courtine.

REMARQUES.

1°. Les aîles de cet ouvrage sont défendues par les parties *NF*, *GO* des demi-lunes 1 & 2.

2°. On auroit pu tirer la défense de ces aîles des faces du bastion *X*; mais les angles des demi bastions de l'ouvrage à corne seroient devenus trop aigus, & la défense des aîles trop oblique.

3°. L'ouvrage à corne devant un bastion peut aussi tirer sa défense des courtines qui accompagnent le bastion devant lequel il est construit; mais alors son côté extérieur est bien moins avancé dans la campagne, parce que les angles flanqués *A* & *B* de cet ouvrage, ne doivent jamais être éloignés que de la portée du fusil des parties dont ils sont flanqués.

4°. Lorsque les aîles de l'ouvrage à corne vont en se rétrecissant, ou

en ſe rapprochant de côté de la place, on dit qu'il eſt à queue *d'hironde* ou *d'hirondelle*, & quand elles vont en s'élargiſſant vers la place, on dit qu'il eſt à contre-queue *d'hironde* ou *d'hirondelle*.

5°. On peut conſtruire une demi-lune devant la courtine de cet ouvrage, de la même maniere que lorſqu'il eſt placé devant la courtine de la place.

6°. On peut encore placer des ouvrages à corne au-delà du chemin couvert, comme M. de *Vauban* l'a fait à *Huningue*, vis-à-vis deux baſtions de cette place.

Pour cela il faut prolonger la capitale des baſtions, devant leſquels on veut les conſtruire, de 80 toiſes au-delà de l'angle flanqué : de l'extrêmité de cette ligne, lui mener une perpendiculaire qui ſera prolongée de part & d'autre de 60 toiſes, pour avoir le côté extérieur de 120 toiſes. On fortifiera ce côté comme on l'a enſeigné ci-devant, & on alignera les aîles de cet ouvrage aux angles de l'épaule du baſtion devant lequel il eſt conſtruit; on les tirera ſeulement juſqu'au glacis. Ces aîles

seront flanquées du chemin couvert du bastion & des courtines collatéralles. On menera le parapet, le rempart & le fossé de cet ouvrage, comme dans les précédens.

PROBLÊME VI.

105. *Construire un ouvrage à couronne devant une courtine.*

L'ouvrage à *couronne* est composé de deux fronts de fortification, c'est-à-dire, d'un bastion entre deux courtines, & de deux demi-bastions : il a deux branches, comme l'ouvrage à corne. Il se place ordinairement devant les courtines; mais il peut être aussi placé devant les bastions.

Pour construire un ouvrage à couronne devant la courtine *AB*, on prolongera indéfiniment, vers la campagne, la perpendiculaire élevée sur le milieu du côté du polygone, pour la construction de l'enceinte de la place; de l'angle rentrant *L* de la contrescarpe, & de l'intervalle de 150 ou 160 toises, on décrira un arc indéfini *HKI*, qui coupera la perpendiculaire prolongée en *K*. On prendra ensuite le point *K* pour cen-

Pl. 9, Fig. 6.

tre, & de l'intervalle de 120 toises, on décrira de part & d'autre du point *K*, deux arcs de cercle qui couperont le premier arc en *H* & en *I*; l'on tirera les lignes *KH*, *KI*, qui seront les côtés extérieurs de l'ouvrage à couronne. On les fortifiera comme on a fortifié le côté extérieur de l'ouvrage à corne; c'est-à-dire, en observant de donner 20 toises à la perpendiculaire élevée sur le milieu de chacun de ces côtés, ou leur sixieme partie, & deux septiemes, ou 35 toises, pour les faces du bastion & des demi-bastions de cet ouvrage.

Pour avoir les aîles de l'ouvrage à couronne, on marquera les points *C* & *D* sur les faces des bastions, vis-à-vis lesquels l'ouvrage à couronne est construit, à 15 toises des angles de l'épaule *E* & *F*, & l'on tirera les lignes *ID*, *HC*, seulement jusqu'à la rencontre de la contrescarpe en *N* & en *M*; *IN* & *HM* seront les aîles de cet ouvrage.

Le parapet, le rempart & le fossé de l'ouvrage à couronne se construisent comme dans l'ouvrage à corne: on donnera de même 4 toises au ter-

repleín du rempart, & 12 toises de largeur au fossé.

On peut construire les demi-lunes *O* devant chaque front de l'ouvrage à couronne, comme devant celui de l'ouvrage à corne.

PROBLÊME VII.

106. *Construire un ouvrage à couronne devant un bastion.*

On pourra construire un ouvrage à couronne devant un bastion, comme on vient de le faire devant une courtine. On prolongera pour cet effet la capitale du bastion, de 140 ou 150 toises, & l'on décrira de l'angle flanqué pris pour centre, & de cet intervalle un arc indéfini, qui sera coupé en deux parties quelconques par le prolongement de la capitale. On portera sur cet arc de part & d'autre du point où il est coupé par cette capitale, un intervalle de 120 toises: les cordes de ces deux parties seront les côtés extérieurs de cet ouvrage. Les aîles s'aligneront à 15 ou 20 toises des angles de l'épaule du bastion. On achevera ensuite la

construction de cet ouvrage, comme celle du précédent placé devant une courtine.

On observera que les angles flanqués des demi-bastions, aient au moins 60 degrés. S'ils se trouvent trop aigus en alignant les côtés sur la face du bastion, on pourra les aligner sur les faces des demi-lunes collatérales, ou plutôt à 10 toises des angles de l'épaule des deux bastions collatéraux de l'ouvrage à couronne, parce qu'alors la défense du fossé de ces côtés sera plus directe.

REMARQUES.

1°. Le front de l'ouvrage à couronne se défend lui-même, comme celui de l'ouvrage à corne, & ses aîles sont flanquées des faces des bastions.

2°. On doit construire dans l'ouvrage à couronne, des retranchemens de la même maniere que ceux qui sont marqués 1 & 2 dans l'ouvrage à corne, *fig.* 5, *pl.* 9. On peut aussi construire un chemin couvert & des places d'armes dans son intérieur, le long de sa gorge, ou de la contres-

Pl. 9. carpe qui le termine du côté de la place.

3°. On pourroit avancer dans la campagne le point *K*, ou l'angle flanqué *K* du bastion de l'ouvrage à couronne, beaucoup plus qu'on ne l'a fait, ce qui est quelquefois nécessaire pour renfermer un plus grand terrein.

Pour déterminer jusqu'à quel point le bastion *K* auroit pu être avancé, il faut tirer la ligne *HI*, qui sera coupée en deux également en *R*, par la perpendiculaire *LK*. Il faut ensuite, sur cette perpendiculaire prolongée, prendre *RS*, égale à *HR* ou *RI*, & le point *S* est le point le plus éloigné dans la campagne, où l'angle flanqué du bastion de l'ouvrage à couronne puisse être placé. Ainsi entre *S* & *K*, on peut prendre tel point que l'on veut, comme *T* ou *S*, pour la pointe de ce bastion, & tirer ensuite les lignes *SH* ou *TH*, (*a*), que l'on fortifiera comme on l'a enseigné ci-devant.

(*a*) Ces lignes n'ont point été tirées dans la figure pour ne pas la rendre trop confuse.

On obſervera ſeulement que ſi l'on prend le point *S*, ou un autre point entre *S* & *T*, milieu de *SK*, il ne faudra donner à la perpendiculaire élevée ſur le milieu de ce côté, que la huitieme partie du même côté, & que ſi l'on prend le point *T*, ou un autre point entre *K* & *T*, il faudra donner la ſeptieme partie du côté *TH*, à la perpendiculaire élevée ſur le milieu de ce côté.

4°. On pourra faire les flancs de l'ouvrage à corne & ceux de l'ouvrage à couronne, concaves & à orillons, en prenant de l'angle de l'épaule ſur le flanc, 6 ou 7 toiſes pour le diametre de l'orillon, & en achevant le reſte de la même maniere qu'on l'a enſeigné pour les flancs du corps de la place, n°. 93.

5°. Lorſque l'on conſtruit une place neuve, il ſeroit à propos de tenir les côtés qu'on doit couvrir par des ouvrages à corne plus grands que les autres, afin de pouvoir étendre davantage le front de l'ouvrage à corne, & rendre ainſi cet ouvrage meilleur. On prétend que M. le Maréchal de *Vauban* en a uſé ainſi à

Sarlouis, où le côté de la place le long de la Saar (devant lequel est un grand ouvrage à corne qui couvre le pont) a plus de 200 toises.

6°. On construit des guérites aux angles saillans ou flanqués des dehors, savoir à la demi-lune, contre-garde, &c.

Après avoir tracé tous les dehors qu'on juge nécessaires à la place, il faut marquer le chemin couvert avec son glacis tout autour de la contrescarpe de ces ouvrages, ainsi qu'on le trouve expliqué dans le troisieme problême de la construction de l'enceinte d'une place forte, n°. 81.

On doit seulement observer, 1°. que quand les branches du chemin couvert se trouvent fort longues, comme elles le sont le long des aîles des ouvrages à corne & à couronne, il faut y construire plusieurs traverses, outre celles qui sont de part & d'autre des places d'armes.

Et 2°. que lorsque l'angle rentrant *h*, formé par la contrescarpe de la branche de l'ouvrage à couronne ou à corne, & par celle de la face du bastion, se trouve sensiblement plus petit

petit qu'un droit, les paralleles menées à ces lignes pour terminer la largeur du chemin couvert, font un angle *g b d* égal à *h*. Or si l'on prend sur les côtés de cet angle les demi-gorges de la place d'armes qui se fait à cet endroit, les faces de cette place feront des angles trop aigus avec les branches du chemin couvert pour pouvoir les défendre; & si pour avoir ces faces mieux disposées, on éleve des perpendiculaires à l'extrêmité des demi-gorges, elles deviendront trop petites. Pour éviter ces deux inconvéniens, il faut, dans les cas de cette espece, faire comme on l'a enseigné dans la premiere note du n° 81, ou bien prolonger la capitale du bastion opposé, au-delà de l'arrondissement de la contrescarpe de l'angle flanqué, de 6 ou 7 toises, comme on le voit de *e* en *g*, (*pl* 9, *fig*. 3.) puis du point *g* abaisser sur la branche *b d* une perpendiculaire *g f*; elle donnera le côté du chemin couvert à cet endroit. Pl. 9. Fig. 6.

Si le côté *g f* se trouve avoir 25 ou 30 toises, on construira une place d'armes à l'ordinaire sur l'angle *g f d*; mais s'il n'est que de 15 ou 20 toises,

l'espace renfermé entre la contrescarpe & la ligne *gf*, servira de place d'armes. On en couvrira l'entrée vers *f* par une traverse construite sur le prolongement du côté *gf*.

OBSERVATIONS.

I.

Sur les ouvrages à corne & à couronne.

107. Bien des gens improuvent ces sortes d'ouvrages, à cause de la grande dépense de leur construction, & parce que lorsqu'ils ne se trouvent pas judicieusement placés, leur prise nuit beaucoup à la place, l'ennemi pouvant s'en servir contr'elle.

Il faut convenir cependant que lorsqu'ils sont bien flanqués dans toutes leurs parties, & que l'ennemi s'y trouve exposé à tout le feu de la place après qu'il s'en est emparé, sans pouvoir se couvrir des aîles de cet ouvrage; il faut, dis-je, convenir qu'alors ils sont d'un fort bon usage.

D'ailleurs on doit s'en servir nécessairement pour joindre à la place des terreins qui en sont proches, &

dont l'ennemi pourroit tirer avantage. C'eſt ainſi qu'à *Philisbourg* on a occupé par deux ouvrages, dont l'un eſt à corne, & l'autre à couronne, le terrein qui eſt entre le *Rhin* & la ville; & qu'à *Strasbourg*, l'eſpace qui eſt entre la citadelle & le *Rhin*, ſe trouve auſſi rempli par un ouvrage à corne ſur un baſtion. Ces pieces, dans ces ſortes de poſitions, ſont excellentes : ainſi il n'y a que leur multiplication, ſans néceſſité, que l'on puiſſe blâmer avec raiſon.

Il y avoit quatre ouvrages à corne à *Tournay*, dont trois étoient ſi près les uns des autres, que l'un d'eux étant pris, pouvoit ſervir à en battre un autre. Cette poſition ne doit pas être imitée.

Ce qui mérite la plus grande attention dans ces ſortes d'ouvrages, & en général dans tous les dehors, ce ſont les communications qui doivent être ménagées de maniere, que lorſque les troupes ne peuvent plus s'y ſoutenir, leur retraite ne ſoit point coupée. Nous en allons parler dans l'article ſuivant.

II.

Des Communications.

108. Tous les ouvrages de la fortification feroient fufceptibles de très-peu de défenfe, & même fouvent pernicieux à la place fans les communications.

On ne fait point de ponts à tous les ouvrages, pareils à ceux qui fervent à entrer dans la place & à en fortir, parce qu'ils pourroient donner lieu de la furprendre, & qu'ils mettroient dans la néceffité de les garder avec le même foin; ce qui ne ferviroit qu'à occuper un grand nombre de troupes, & à fatiguer la garnifon.

Si d'ailleurs on conftruifoit des ponts à tous les ouvrages, & qu'ils en fuffent la feule communication, l'ennemi l'auroit bientôt rompue avec fon canon, lorfqu'il attaqueroit la place. Il faut donc s'en ménager de moins expofées & de plus fûres. voici celles qui fe font dans le foffé fec, outre les poternes pratiquées dans le revers de l'orillon dont on a parlé n° 93.

On communique de la place à la tenaille par une poterne ou chemin souterrein pratiqué sous le rempart au milieu de la courtine ; l'ouverture en doit être entierement cachée par la tenaille, afin que l'ennemi ne puisse pas la battre, & en empêcher l'usage avec son canon.

Il y a des rampes ou de petits escaliers pratiqués dans le côté intérieur du terreplein de la tenaille, par lesquels on monte du fond du fossé dans cet ouvrage. De la tenaille on communique à la demi-lune par la caponiere, comme on la dit nº *96*.

De la caponniere on monte dans la demi-lune par un escalier pratiqué dans l'enfoncement de sa gorge. On y monte le canon par une espece de rampe de charpente, que l'on construit exprès pour cette opération, dans le fossé.

On communique dans tous les autres dehors par des escaliers ou des rampes pratiquées à leur gorge, & par des places d'armes ou traverses que l'on construit vers le commencement du fossé des dehors. *Voyez* en quoi ces traverses consistent, 4e. remarque du nº 100.

Lorsque le fossé est plein d'eau, on communique de la poterne du milieu de la courtine à la tenaille avec de petits bateaux, & de même de la tenaille à la demi-lune. On peut faciliter cette derniere communication par le moyen d'une corde attachée au milieu de la gorge de la demi-lune, & derriere la tenaille, en se servant de cette corde pour conduire & faire avancer le bateau.

On se sert encore, pour les communications, de petits ponts flottans. Ils sont faits avec des especes d'auges de sapin, attachées deux à deux par le bout. On pose dessus des planches liées les unes aux autres avec des cordes.

Outre la communication avec des bateaux & les ponts flottans, qui n'est ni prompte ni commode, on construit des ponts à fleur d'eau, qui vont de la tenaille à la demi-lune, & qui de-là sont prolongés de part & d'autre le long de sa gorge jusqu'à la contrescarpe, vers la place d'armes des angles rentrans du chemin couvert, ou à la gorge des autres dehors voisins. Ces ponts sont faits

avec des pieux enfoncés dans le fossé, sur lesquels on met des traverses que l'on couvre de planches.

Il est aisé de manquer le pont de communication la nuit, & de tomber dans le fossé : d'ailleurs comme on ne peut y passer qu'en défilant, ces sortes de communications ont de grands inconvéniens, sur-tout lorsqu'on est obligé d'abandonner les dehors avec précipitation. L'avantage que la place tire des fossés pleins d'eau, pour être à l'abri des surprises, ne la dédommage point suffisamment des difficultés qu'ils causent dans la communication des dehors.

III.

Des Batardeaux.

109. Les *batardeaux* sont des massifs de maçonnerie qui traversent toute la largeur du fossé, & qu'on place ordinairement vis-à-vis les angles saillans des bastions & des demi-lunes sur le prolongement des capitales.

Voici pourquoi on les construit,

Lorsque les fossés d'une place ne sont pas de niveau, qu'il y a de l'eau dans une partie, & que l'autre est seche, qu'on peut disposer de quelque ruisseau ou petite riviere pour la faire entrer dans le fossé, alors afin d'empêcher qu'elle ne s'écoule par les parties les plus basses, & pour qu'il en reste une certaine hauteur dans le fossé, on fait des batardeaux pour la retenir.

Pour qu'un batardeau soit bon & solide, il doit avoir depuis 15 jusqu'à 18 pieds d'épaisseur; car il doit être en état de résister au canon de l'ennemi, qui dans un siege cherche à détruire le batardeau, pour faire écouler l'eau du fossé.

Le batardeau se construit vis-à-vis les angles saillans des ouvrages de la fortification, parce que dans tout autre endroit il pourroit servir de couvert à l'ennemi dans le passage du fossé, contre le feu de la place. On lui donne une hauteur proportionnée à celle de l'eau qu'on veut retenir dans le fossé. Sa partie supérieure, que l'on nomme *sa cape*, forme une espece de dos-d'âne ou de

de toit ; elle ne doit point surpasser la hauteur du parapet du chemin couvert, afin que l'ennemi ne puisse point la battre de la campagne.

Comme on pourroit passer le fossé en s'achevalant sur la cape, pour en empêcher, on construit une petite tour au milieu, d'environ 6 ou 7 pieds de hauteur & d'autant de diametre. Cette tour est terminée à sa partie supérieure, par une espece de toit conique ou en pointe. Elle sert également à empêcher la désertion des soldats de la ville, & à ce qu'il ne s'y introduise quelqu'un en passant par dessus le batardeau.

Les batardeaux se marquent dans les plans par une espece de traverse formée par deux lignes paralleles, éloignées de 15 ou 18 pieds, avec un zero au milieu, lequel exprime le plan de la petite tour ; on mene de part & d'autre de ce zero, une ligne au milieu des deux premieres, pour marquer le comble ou le toit que forme la cape, ainsi qu'on le voit en *D*, *planche* 11.

IV.

Des Eclufes.

110. Après avoir parlé du batardeau, on ne peut guere fe difpenfer de dire un mot des éclufes.

Cet ouvrage, qui eft de charpente & de forte maçonnerie, a beaucoup de rapport avec le batardeau; mais celui-ci eft uniquement deftiné à retenir l'eau dans le foffé, & l'éclufe eft proprement faite pour lui en fermer l'entrée, de maniere cependant qu'on peut la lui ouvrir quand on le veut. Elle fert donc à retenir l'eau d'un canal, d'une petite riviere, &c. qui communique avec les foffés de la place, & elle eft conftruite de maniere que par le moyen d'une efpece de porte qu'on ouvre ou qu'on éleve, on fait auffi-tôt entrer l'eau du canal ou de la riviere dans les foffés de la place.

Ainfi par le moyen des éclufes, le foffé d'une place peut d'abord être défendu comme foffé fec, & après avoir épuifé contre l'ennemi toutes les chicanes dont la défenfe de ce

fossé est susceptible, on lâche les écluses, qui en le remplissant d'eau, obligent l'ennemi de faire un travail tout nouveau pour s'en procurer le passage.

On se sert encore des écluses dans les terreins bas & aquatiques, pour retenir les eaux des environs de la place & en former des inondations qui en rendent l'approche plus difficile à l'ennemi. *Condé*, *Douay*, *Tournay*, *Aire*, &c. ont des écluses pour inonder ainsi une partie du terrein des environs. Il y en a de même dans la plupart des villes de la *Hollande*, qui sont dans un terrein bas & très propre à cette espece de fortification.

V.

Des ouvrages que l'on construit au-delà du glacis.

111. Après que le chemin couvert & le glacis sont tracés, on fait, lorsqu'on a dessein d'augmenter les défenses de la place, & que la situation du terrein le permet, un avant-fossé qui se mene parallelement à la

ligne qui termine le glacis. On lui donne 10 ou 12 toises de largeur.

Pl. 11. 112. On construit vis-à-vis les places d'armes des angles rentrans du chemin couvert, au-delà de l'avant-fossé, des especes de demi-lunes *A*, qu'on appelle *lunettes*, dont les faces *gb*, *gf*, ont depuis 30 jusqu'à 40 toises.

Pour construire une lunette, il faut des points *a* & *e*, sommets des angles rentrans de l'avant-fossé, porter 10 ou 12 toises de *a* en *b*, & de *e* en *f* sur les côtés *ac*, *el* de ce fossé. Ensuite des points *b* & *f* pris pour centre & d'un intervalle de 30 ou 40 toises, décrire deux arcs qui se couperont dans un point *g*, duquel on tirera les lignes *gb*, *gf*, qui seront les faces de la lunette.

La lunette a un fossé de 8 ou 10 toises de largeur, mené parallelement à ses faces; & un parapet de 3 toises d'épaisseur & de 8 ou 9 pieds de hauteur, afin qu'il soit un peu plus élevé que celui du grand chemin couvert. On dispose la banquette de maniere que le parapet n'ait au dessus que 4 pieds & demi

de haut. La pente de la partie supérieure du parapet se dirige au bord de la contrescarpe du fossé de la lunette.

On arrondit la gorge de la lunette par un arc décrit de l'angle rentrant *h* du glacis pris pour centre, & de l'intervalle *he*; la partie du glacis de la place vis-à-vis la lunette, s'arrondit de même en décrivant du point *h* & de l'intervalle *hi*, un second arc, parallele au premier. On gazonne la lunette devant & derriere, & on lui donne une petite berme de trois ou quatre pieds de largeur.

113. Au-delà de l'avant fossé, on décrit un avant-chemin couvert qui l'enveloppe entierement avec les lunettes. Il se construit de la même maniere que celui de la place.

L'avant-fossé est toujours plein d'eau : on le construit de maniere qu'il ne puisse pas servir de couvert à l'ennemi, lorsqu'il s'en est emparé après l'avoir *saigné*, ou, ce qui est la même chose, après avoir trouvé le moyen de le vuider ou d'en faire écouler l'eau.

Pour cet effet on continue le glacis

dans l'enfoncement des terres jusqu'au côté extérieur de l'avant-fossé, où se trouve ainsi sa plus grande profondeur. Elle va en diminuant insensiblement jusqu'au pied du glacis.

Il résulte de cette construction que la coupe ou le profil de ce fossé est un triangle qui ne peut donner aucun couvert à l'ennemi contre la place. Il n'en seroit pas de même si ce profil étoit quadrilatere ; car alors la profondeur du fossé au pied du glacis, formeroit un triangle, où l'ennemi seroit à l'abri du feu de la place.

L'avant-chemin couvert ne doit point être plus élevé que le premier ; au contraire on abaisse quelquefois son terre-plein d'un pied & demi ou 2 pieds ; mais alors on lui construit deux banquettes.

114. Sans qu'il y ait d'avant-fossé à une place, on construit souvent au pied, & même un peu au-delà du glacis, des especes de lunettes en forme de bastions, qu'on appelle *redoutes*, & quelquefois aussi lunettes. On les place également vis-à vis les places d'armes saillantes & rentrantes du chemin couvert.

Pour construire une redoute ou lunette vis-à-vis la place d'armes rentrante *P*, on menera par le sommet *m* de l'angle rentrant de la contrescarpe & par celui de l'angle saillant de la place d'armes *P*, une ligne *mn*, qu'on prolongera indéfiniment vers la campagne. Pl. 11.

On prendra le point *n* à 20, 30 ou 40 toises de cette place d'armes, suivant qu'on voudra que la redoute soit plus ou moins avancée dans la campagne.

On menera par *n* une perpendiculaire à *mn*, qu'on prolongera de part & d'autre, & sur laquelle on prendra *no*, & *np* de 15 ou 20 toises pour les demi-gorges de l'ouvrage.

Par les points *o* & *p* on élevera les perpendiculaires *oq*, *pr*, à chacune desquelles on donnera 10 ou 12 toises; elles seront les flancs de la redouté.

Des points *q* & *r* pris pour centre, & d'un intervalle de 25, 30 ou 35 toises, on décrira deux arcs qui se couperont dans un point *s*, duquel on tirera les lignes *sq*, *sr*, qui

seront les faces de la redoute, & l'on aura ainsi son premier ou principal trait tracé.

On donne à cet ouvrage un parapet de même hauteur & épaisseur que celui de la lunette ordinaire, & un fossé de 8 ou 10 toises mené parallelement aux flancs, aux faces & à la gorge de l'ouvrage, lorsqu'il est plein d'eau. Quand il est sec, on le mene seulement le long des faces. Pour que l'ennemi ne puisse pas y trouver de couvert contre la place, il va en glacis depuis les flancs jusqu'à l'angle flanqué *S*, où est sa plus grande profondeur, qui est ordinairement de 8 ou 9 pieds.

Par cette disposition les branches du chemin couvert opposé à ce fossé, le flanquent dans toute son étendue.

On entoure la redoute d'un chemin couvert avec son glacis, comme on le voit en *B*, *planche* 11.

115. Lorsque plusieurs fronts de la place se trouvent couverts de ces especes de lunettes ou redoutes, leur chemin couvert se communique, & il forme un avant-chemin couvert derriere lequel elles se trouvent pla-

tées. *Landau*, *Luxembourg*, & plusieurs autres places, ont ainsi un avant-chemin couvert, soutenu par cette sorte d'ouvrage.

116. Les redoutes sont de terre ou de maçonnerie : il y en a qui sont voûtées à l'épreuve de la bombe, & qu'on appelle redoutes *casematées*, comme à *Luxembourg* : alors elles ne peuvent guere être détruites que par les mines ; ce qui est une affaire difficile & de longue discussion.

On communique du chemin couvert de la place, aux redoutes & lunettes, par une espece de double chemin couvert, qui va de l'angle saillant des places d'armes, devant lesquelles elles sont construites, à la gorge de ces ouvrages.

On construit cette communication en menant des paralleles à la ligne *Tn* de part & d'autre de cette Pl. 11. ligne, & à la distance de 9 pieds ; l'élévation de terre qui lui sert de parapet, se perd en glacis, comme le parapet du chemin couvert. La communication a une banquette à chacun de ses côtés, avec des palissades.

Pl. 11. L'entrée du côté du chemin couvert est fermée par une traverse *T*, qui empêche que l'ennemi ne voye dans la place d'armes, après qu'il s'est emparé de la lunette.

On pratique dans l'épaisseur du parapet de la communication, à côté de la traverse *T*, un passage de part & d'autre d'environ 2 pieds de largeur. La traverse a 4 ou 5 toises de longueur, & 3 d'épaisseur, comme le parapet; elle a une banquette du côté intérieur vers le chemin couvert de la place. Cette traverse se nomme ordinairement *tambour*.

Elle sert encore à flanquer ou défendre la communication.

Lorsque cette communication est longue, on y construit plusieurs traverses ou tambours.

Voyez ces communications vis-à-vis la lunette *A* & la redoute *B*, *pl.* 11. La communication des lunettes comme *A*, aboutit à un pont à fleur d'eau. A l'égard de celle des redoutes telles que *B*, outre celles dont on vient de parler, il y en a ordinairement une autre souterreine, plus sûre que la premiere, sur-tout lors-

que les redoutes font un peu avancées dans la campagne. On peut les soutenir alors avec beaucoup d'opiniâtreté. Les communications des redoutes de *Luxembourg* sont de cette maniere.

REMARQUES.

1°. Les faces des lunettes *A* & *B*, sont défendues des branches du chemin couvert, sur lesquelles tombe le prolongement des faces de ces ouvrages.

2°. La redoute ou lunette *B* est autant avancée dans la campagne qu'il est possible, pour que ses faces soient défendues du chemin couvert. Car il est évident que si elle étoit plus éloignée de la place, le prolongement des faces qui tombe en *t* & en *u* sur le chemin couvert, tomberoit au-delà des angles saillans *F* & *E* : ainsi elles ne pourroient être défendues de ces branches, non plus que leur fossé.

L'éloignement de ces sortes d'ouvrages à la place, doit donc toujours être déterminé de maniere que leurs faces & leur fossé puissent

être flanqués du chemin couvert.

3°. L'angle flanqué des lunettes ou redoutes, ne doit jamais avoir moins de 60 degrés. S'il se trouve plus aigu, il faut diminuer les faces & augmenter la gorge de quelques toises, de maniere cependant que la lunette se trouve toujours bien flanquée & défendue du chemin couvert.

4°. Il est très-essentiel d'observer dans l'établissement de ces sortes d'ouvrages, & en général dans celui de tous ceux qu'on construit au-delà du glacis du corps de la place, qu'ils ne puissent pas être pris par leur gorge, ou être *tournés*, c'est-à-dire, que l'ennemi ne puisse pas diriger ou conduire son attaque entre l'ouvrage & la place, sans être obligé de l'attaquer en forme; car autrement la construction en devient totalement inutile pour la défense de la place (*a*).

(*a*) A l'occasion des ouvrages extérieurs qu'il faut placer de maniere que l'ennemi soit obligé de les attaquer, & qu'il ne puisse ni les tourner, ni les négliger, on croit devoir rectifier une erreur de M. le Marquis de *Feuquieres*.

Les lunettes ou redoutes placées vis-à-vis les places d'armes rentrantes du chemin couvert, ne sont point aussi exposées à cet inconvénient, que celles qui sont vis-à-vis les places d'armes saillantes; c'est pourquoi elles doivent y être placées préféra-

Il dit dans le quatrieme volume de ses Mémoires, (édit. in-12.) qu'au siége de *Namur* fait par le Roi en 1692, M. de *Vauban négligea de faire attaquer le fort de Coehorn*, (c'est le fort Guillaume, ou, comme on l'appelle plus ordinairement, le fort d'Orange,) *que le célebre Ingénieur de ce nom avoit fait construire, & qu'il regardoit comme indispensable à attaquer pour prendre le Château*. M. de *Feuquieres* assure que M. de *Vauban* prit pourtant ce Château *sans attaquer ce fort*: mais on voit le contraire dans toutes les relations de ce siege, entr'autre dans celle qui fut imprimée par ordre du Roi immédiatement après. Cette relation porte *que le fort Guillaume fut de toutes les fortifications de la place celle qui coûta le plus de tems & de peine, à cause de la grande quantité de travaux qu'il fallut faire pour l'embrasser, &c.* Elle contient aussi le détail de l'attaque après laquelle ce fort capitula. La gloire de M. de *Coehorn*, qui pouvoit souffrir quelque chose du fait avancé par M. de *Feuquieres*, se trouve parfaitement en sûreté par la relation qu'on vient de citer;

blement. Elles ont d'ailleurs l'avantage dans cette premiere position, de pouvoir prendre des revers sur l'ennemi, lorsqu'il veut s'établir sur les angles saillans du glacis, qui sont les premiers objets de son attaque, ce qui le met dans la nécessité de s'emparer de ces lunettes ou redoutes, pour pouvoir avancer ses travaux.

117. Outre les ouvrages dont on vient de parler, on construit encore des *fleches* vis-à-vis les angles saillans & rentrans du chemin couvert, à l'extrêmité de son glacis.

La fleche ne consiste que dans un parapet de 12, 15 ou 20 toises de longueur, qu'on éleve de part & d'autre des angles saillans du glacis, comme on le voit en *KK*, *pl.* 11. Ce parapet a 3 toises d'épaisseur,

celle de M. de *Vauban* n'en est aussi que plus grande, car la maniere dont il attaqua ce fort, défendu par M. de *Coehorn* lui-même, lui mérita alors les éloges de cet Ingénieur, qui dit à M. de *Vauban*, que si on l'eût attaqué dans les formes ordinaires, il se seroit encore défendu plus de quinze jours.

comme tous les autres parapets, & 7 ou 8 pieds de hauteur avec une banquette, &c.

On communique du chemin couvert à la fleche par une communication pratiquée dans le glacis, comme celle des lunettes, & couverte de même par un tambour *G*.

Lorsqu'il n'y a pas d'avant-fossé à la place qui puisse servir de fossé à la fleche, on lui en construit un particulier de 8 ou 10 toises de largeur, qui est mené parallelement aux deux côtés de la fleche. Quand ce fossé est sec, il forme une espece de rampe en s'approfondissant vers l'angle de la fleche, où il a 6 ou 8 pieds de profondeur. Cet ouvrage sert en quelque façon de seconde lunette. Il rend les approches de l'ennemi plus difficiles & plus meurtrieres. Il est flanqué, comme la lunette, des branches du chemin couvert, sur lesquelles tombe le prolongement de ses deux côtés. On ne le construit guere que lorsqu'on se trouve menacé d'un siege.

118. Tous les ouvrages dont on vient de parler, tiennent en quelque

façon à la place. On en fait souvent de plus avancés dans la campagne. Ils servent à couvrir & à défendre les avenues de la ville, à empêcher l'ennemi de s'en approcher facilement, à occuper des lieux dont il pourroit tirer quelqu'avantage dans l'attaque de la place, & d'où l'on peut l'incommoder dans ses travaux, l'obliger de les commencer de plus loin, & à donner la facilité de les enfiler.

Ces ouvrages servent encore à couvrir ou garder les éclufes, lorsqu'il y en a dans les environs de la place, pour en inonder le terrein. Ils sont de différentes figures. Les plus communs sont des quarrés, & des especes de demi-lunes ou de petits bastions détachés. On leur donne alors ordinairement le nom de *redoute*; & lorsque leur figure est irréguliere, c'est-à-dire, lorsqu'elle n'est déterminée que par celle du terrein qu'ils occupent, celui de *pâté*; ou bien de *fer à cheval*, s'ils sont en ligne courbe, ou en arc de cercle applati vers le milieu.

Tous ces ouvrages n'ont communément

nément qu'un simple parapet avec un fossé. Mais lorsque leur situation est fort importante, on leur ajoute un rempart de 6 ou 8 pieds de hauteur, & dont le terreplein est de 3 ou 4 toises, non compris l'épaisseur du parapet. On les fait de terre ou de maçonnerie. Ceux qui sont de terre sont ordinairement fraizés, & ils ont une petite berme sur laquelle on plante des palissades. On peut aussi leur ajouter un chemin couvert.

Ce qu'il y a de plus important à observer dans ces ouvrages, c'est de les placer de maniere qu'ils ne puissent pas servir de rempart à l'ennemi contre le feu de la place, & que la retraite en soit sûre; c'est-à-dire, que ceux qui les défendent, puissent se retirer dans la place lorsqu'ils sont obligés de les abandonner.

A l'égard de leur construction, elle n'est susceptible d'aucune difficulté, après celle des ouvrages précédens.

On donne au côté des redoutes quarrées 10, 15 ou 20 toises de lon-

gueur; la gorge de celles qui ſont en forme de baſtions a 15 ou 18 toiſes, les faces 17 ou 20, & les flancs 8 ou 10 toiſes.

On peut augmenter ou diminuer ces meſures ſuivant l'uſage particulier auquel chaque ouvrage eſt deſtiné, & ſelon la quantité de monde qu'il doit contenir; obſervant que le parapet eſt ſuffiſamment garni, en comptant 3 pieds pour chaque ſoldat.

Il eſt d'uſage de relever tous les jours la garde que l'on met dans les redoutes; mais lorſqu'elles ſe trouvent trop éloignées de la place pour cela, on les conſtruit comme des eſpeces de petits forts particuliers, c'eſt-à-dire, qu'on fortifie à peu près également tous les côtés de l'eſpace qu'ils occupent.

On les fait entierement de maçonnerie, & on leur donne un ou deux étages pour y diſtribuer les logemens néceſſaires aux Officiers & aux ſoldats que l'on y met en garniſon.

On y conſtruit auſſi quelquefois, quand le terrein le permet, un ſou-

terrein où l'on pratique un magasin à poudre, & un autre pour les vivres ou munitions de bouche.

On peut aussi y construire une cîterne, dans laquelle on conduit les eaux de la pluie qui tombent sur la partie supérieure de la redoute, laquelle partie supérieure se nomme *plate-forme.*

Cette plate-forme a un parapet de maçonnerie percé de tous côtés par des embrasures pour tirer le canon, ou des crénaux pour tirer le fusil. La partie supérieure de ces redoutes saille quelquefois en machicoulis, afin qu'on puisse découvrir le pied du mur de dessus la plate-forme, ou de l'étage supérieur de la redoute; alors on les appelle *redoutes à machicoulis.*

Outre tous les différens ouvrages dont on a parlé jusqu'ici, lorsqu'il y a dans les places où l'on peut pratiquer des inondations, des endroits où le terrein qu'on veut inonder se trouve plus élevé que le niveau des eaux, on y fait des *criques.* Ce sont des especes de fossés qui coupent le terrein de tous sens, de maniere que

l'ennemi ne peut en profiter pour s'y établir. Ces fossés doivent communiquer avec les écluses, pour qu'on puisse les remplir d'eau dans les tems de siége.

On avoit fait anciennement de ces criques à *Dunkerque* pour couper un terrein qui ayant été marécageux, s'étoit ensuite desséché, & sur lequel l'ennemi auroit pu conduire une tranchée pour arriver à la place. Voyez la description de *Dunkerque* dans le premier volume de la deuxieme partie de *l'Architecture hydraulique.*

V I.

Des Corps-de-Garde.

119. Indépendamment du corps-de-garde que l'on construit dans la place à côté des portes, on en met aussi dans les dehors.

Il doit y en avoir un dans chaque demi lune, ou du moins dans celles qui couvrent les portes. C'est un ouvrage de 10 ou 12 toises de longueur sur 3 de largeur.

On en construit aussi dans les places

d'armes du chemin couvert & à l'entrée de toutes les ouvertures qui conduisent à la ville.

Lorsqu'il y a plusieurs dehors les uns devant les autres, tous ceux par lesquels on passe pour entrer & sortir de la place, doivent avoir un corps-de-garde. Il arrive même assez souvent que dans les grands dehors, comme les ouvrages à corne & à couronne, on construit des corps de casernes pour les soldats qui doivent les garder. C'est ainsi qu'il y en a dans le grand ouvrage à couronne de Philisbourg, &c.

VII.

Des Citadelles.

120. On appelle citadelle un lieu particulier d'une place, fortifié du côté de la ville & du côté de la campagne, & qui est principalement destiné à mettre des soldats pour contenir les habitans de la place dans leur devoir.

Les citadelles ont ordinairement 4 ou 5 bastions, & au plus 6. Elles sont presque toujours de figure réguliere, à moins qu'elles ne soient

construites sur des lieux qui ont peu d'espace, ou qui soient fortifiés par des situations inaccessibles, comme la citadelle de Besançon : elles sont placées sur l'enceinte, de maniere qu'une partie est dans la ville, & l'autre dans la campagne.

La ville n'est point fortifiée du côté de la citadelle, afin que les habitans n'ayent rien qui les mette à couvert de son canon, & qu'elle puisse commander par-tout dans la ville : c'est pourquoi elle doit être fortifiée avec encore plus de soin que la ville, parce que si elle étoit plus foible, l'ennemi commenceroit par l'attaquer ; & lorsqu'il en seroit le maître, il le seroit aussi de la ville ; au lieu qu'étant obligé de commencer par attaquer celle-ci, il faut, après qu'elle est prise, faire un second siége pour prendre la citadelle.

Entre la ville & la citadelle, on laisse un grand espace vuide de maisons, dans l'étendue de la portée du fusil : on le nomme *esplanade*. Cet espace sert à empêcher qu'on ne s'approche de la citadelle sans en être découvert.

On ne fait point de citadelle au milieu des villes, parce qu'elles ne pourroient être ſecourues en cas de rebellion des habitans. On en conſtruit quelquefois qui ſont entiérement dehors; mais elles y ſont jointes par quelques lignes ou quelques ouvrages de communication.

La citadelle doit occuper le terrein le plus élevé de la ville, afin qu'elle en commande toutes les fortifications. On la place auſſi de maniere qu'elle puiſſe diſpoſer des eaux, & que les habitans ou l'ennemi, après s'être emparé de la ville, ne puiſſent point les lui ôter.

Pour donner une idée de la maniere dont on peut tracer le deſſein d'une citadelle, ſoient les baſtions *L*, *E*, *M*, le côté ou la partie de l'enceinte où l'on veut placer la citadelle. *Pl.* 12. Ces baſtions ne ſeront point mis au trait, mais ſeulement au crayon, parce qu'il faudra en détruire un pour faire entrer la citadelle dans la place. Soit le baſtion *E* qu'on ſe propoſe de détruire.

On prolongera ſa capitale indéfiniment vers la campagne & vers la

Pl. 12. ville. L'on choisira un point *D* sur cette capitale, plus ou moins avancé vers la ville, selon que l'on voudra y faire entrer la citadelle : de ce point *D* on elevera une perpendiculaire *AB*, sur laquelle on prendra *DA* & *DB*, chacune de 90 toises, afin d'avoir le côté *AB* de 180.

Présentement, si l'on veut que la citadelle soit un pentagone régulier, l'on cherchera dans la table qui contient la mesure des lignes nécessaires pour former l'enceinte d'une place, (n° 70) le rayon du pentagone, dont le côté est de 180 toises. On trouvera que ce rayon est de 153 toises.

On prendra donc 153 toises sur l'échelle; & de cet intervalle, & des points *A* & *B* pris pour centre, on décrira deux arcs qui se couperont dans un point *C*, qui sera le centre de la citadelle. Du point *C* on décrira un cercle du rayon *CB*; on portera le côté *A B* sur la circonférence de ce cercle pour y inscrire le pentagone qui doit former la citadelle.

On

On fortifiera après chaque côté de ce pentagone, comme on l'a enseigné dans les problêmes pour tracer l'enceinte d'une place forte, & on y ajoutera les dehors qu'on jugera nécessaires. Ensuite des angles flanqués *F* & *I* des bastions *L* & *M*, on tirera les lignes *FA*, *IB*, pour joindre la ville à la citadelle. Pl. 12.

Si on avoit voulu avoir un bastion entier de la citadelle dans la ville, il auroit fallu fixer l'angle flanqué de ce bastion sur la ligne *CD*, comme au point *D*: après quoi on auroit pris *DC* de la quantité du rayon du pentagone, dont le côté est de 180 toises, & l'on auroit décrit un cercle de ce rayon, dans lequel, du point *D*, on auroit inscrit un pentagone en portant 180 toises 5 fois sur sa circonférence; l'on auroit ensuite achevé la fortification de la citadelle, comme il a été enseigné ci-devant.

L'intérieur de la citadelle est occupé par plusieurs bâtimens. On y construit des cazernes, un arsenal, une église & un logement pour le Gouverneur.

On pratique au milieu de la citadelle une place d'armes, qui a le même usage que celle de la ville.

Pour faire cette place d'armes, il faut du centre de la citadelle décrire un cercle qui ait 30 ou 35 toises de rayon, & y inscrire un polygone semblable à celui de la citadelle; ce qui se fera en tirant de ce centre des lignes droites aux angles flanqués des bastions; car elles diviseront le cercle dans lequel la place d'armes doit être inscrite, en autant de parties égales, qu'elle doit avoir de côtés: ainsi tirant des lignes droites d'une division à l'autre, on aura la place d'armes tracée.

On fera des especes de rues à la citadelle, lesquelles iront des angles de la place d'armes vers le centre des bastions. On leur donnera 6 ou 8 toises de largeur.

L'Eglise, le Gouvernement ou la maison du Gouverneur, l'arsenal & les casernes occuperont le reste de l'espace de la citadelle.

Les casernes sont construites vis-à-vis les courtines, à 5 ou 6 toises du côté qui termine le talud intérieur

du rempart. Les autres bâtimens n'en doivent pas être plus proches.

Les citadelles ne doivent avoir que deux portes, l'une pour aller de la citadelle dans la ville, & réciproquement de la ville dans la citadelle, & l'autre pour entrer de la campagne dans la citadelle; celle ci ne s'ouvre que pour recevoir du secours de dehors, & pour cet effet on la nomme *porte du secours*. On doit construire un pont à chacune de ces portes, de la même maniere qu'à celles de la ville, &c.

Par la construction que l'on vient de donner, la place d'armes de la citadelle est semblable à celle de son polygone : c'est ainsi que sont celles des citadelles de *Lille* & de *Tournay*. Mais on peut aussi faire cette place d'armes quarrée : celle de la citadelle de *Strasbourg* est de cette figure.

Les citadelles sont jointes aux villes de plusieurs manieres, suivant la disposition de la ville & de la citadelle. Mais de quelque façon qu'elles le soient, la ville ne doit avoir aucun flanc qui puisse battre la cita-

delle (*a*), ni aucun ouvrage qui la commande.

On nomme *ligne de communication* la partie de l'enceinte de la ville Pl. 12. prolongée jusqu'à la citadelle, comme *FA* & *IB*. Ces lignes aboutissent ou sur les capitales des bastions de la citadelle, ou sur celles des demi-lunes, ou enfin sur le milieu de ses courtines. Cette derniere disposition est la meilleure.

Les lignes de communication n'ont point de rempart qu'à la distance de 40 ou 50 toises du chemin couvert de la citadelle. Elles ne sont autre chose dans cet espace, qu'un mur de maçonnerie de 4 ou 5 pieds d'épaisseur, & de même hauteur que le rempart de la place.

Sur la partie supérieure de ce mur on pratique un chemin de 5 pieds

(*a*) Quelque essentielle que soit cette regle, elle n'étoit pas exactement observée à Tournay, où l'ouvrage à corne de la porte *S. Martin* étoit placé de maniere que son aîle gauche pouvoit battre directement un des fronts de la citadelle, ce qui est formellement contraire aux saines maximes de la fortification.

de largeur, ſoutenu de diſtance en diſtance, du côté de la ville, par des eſpeces de contre-forts. Ce chemin eſt de niveau avec le terreplein du rempart de la place. Du côté de la campagne, il a ùn parapet ou garde-fou de 2 pieds d'épaiſſeur, & de 6 de hauteur, lequel eſt percé de crénaux.

121. Lorſque les villes ſont fort grandes & fort peuplées, on conſtruit un *réduit* à la partie de l'enceinte oppoſée à la citadelle. C'eſt ordinairement un baſtion dont on fortifie la gorge du côté de la place, par un petit front de fortification avec un foſſé, & devant lequel on laiſſe une petite eſplanade.

Le terrein de la campagne oppoſé au réduit, doit être exactement fortifié, parce qu'autrement l'ennemi pourroit attaquer d'abord le réduit, & ſe rendre enſuite aiſément maître de la ville, qui n'eſt point fortifiée contre le réduit.

On trouve de ces réduits à Strasbourg, Lille, &c. Ils ont une eſpece de garniſon particuliere, avec un commandant & des bâtimens néceſſaires pour la loger; des maga-

fins pour les munitions de guerre & de bouche, &c.

Si la ville n'eſt pas aſſez grande pour qu'on y conſtruiſe une citadelle, on ſe contente quelquefois d'y faire un réduit qui a le même uſage, comme à *Landau*.

122. Lorſque les villes de guerre ont des écluſes pour inonder le terrein par où l'ennemi peut faire les approches, & qu'elles ſont trop éloignées de la place pour en être protégées, on les couvre par de petits forts particuliers pour l'empêcher de les détruire. Ces forts ſont des eſpeces de petites citadelles de 4 ou 5 baſtions qu'on fortifie avec beaucoup de ſoin, pour que l'ennemi ne puiſſe pas s'en emparer avant la priſe de la ville. Tel eſt à *Douay* le *Fort de Scarpe*; à *Aire* en *Artois*, le *Fort S. François*, &c.

Comme on s'eſt propoſé de donner dans cet ouvrage une idée de tout ce qui appartient à la fortification des places, il faut dire un mot des *châteaux* qu'on trouve dans pluſieurs villes & dans leurs environs.

On appelle *château*, dans la for-

tification, un lieu ordinairement élevé, de peu d'étendue, fortifié à l'antique avec des tours, & quelquefois avec de petits bastions.

Les châteaux, lorsqu'ils étoient un peu spacieux, tenoient autrefois lieu de citadelle. On les construisoit proche les villes, & quelquefois en dedans. On en trouve dans plusieurs places, où on les a conservés pour servir de réduit.

Ces châteaux renfermoient presque toujours un petit fort particulier, qu'on appelloit le *donjon.* On s'y retiroit pour capituler lorsqu'on étoit contraint d'abandonner le château à l'ennemi. On peut se former une idée de ces anciens châteaux, par celui de la *Bastille* à *Paris.*

Dans quelques villes les anciens châteaux ont été renfermés dans des citadelles, ou dans des enceintes à la moderne. Quoiqu'ils soient la plûpart susceptibles de peu de défense, ils servent néanmoins d'excellens retranchemens à la nouvelle enceinte.

Leur figure n'a rien de déterminé: elle est communément la même que celle du terrein, ou du sommet des

hauteurs, fur lefquelles ils font conftruits.

VIII.

Des Contre-mines.

123. On appelle *contre-mines*, des efpeces de galeries fouterreines que l'on conftruit parallelement aux faces & aux flancs des baftions, en même tems que l'on bâtit la place. On fait auffi des contre-mines dans les faces des dehors & fous le chemin couvert, d'où l'on pouffe encore d'autres branches dans la campagne, qu'on appelle *rameaux*. Les redoutes ou lunettes, comme *B*, *pl.* 11, font ordinairement contre-minées, de même que leur chemin couvert.

Les contre-mines de la place font au niveau du foffé. L'entrée en eft ordinairement à la gorge des baftions. On y defcend par des efcaliers pratiqués à cet effet. Elles ont 6 pieds de hauteur fur 4 & demi de largeur, à la différence des rameaux, qui n'ont que 4 pieds de hauteur fur 2 & demi de largeur. Quand le foffé eft fec, les contre-

mines de la place communiquent avec celles du chemin couvert par des galeries qu'on pratique ſous le foſſé. Tous ces ouvrages ſont de maçonnerie.

De la galerie pratiquée ſous le baſtion, il part de diſtance en diſtance d'autres petites galeries qui vont juſqu'au revêtement du baſtion. A l'extrêmité des rameaux qu'on conduit de la galerie du chemin couvert (*a*), dans le glacis & dans la campagne, on pratique de petites chambres que l'on nomme fourneaux, dans leſquels on met la poudre néceſſaire pour faire ſauter le terrein qui eſt deſſus.

L'objet des contre-mines eſt de donner le moyen d'aller au devant du mineur ennemi, pour l'empêcher de continuer ſon ouvrage. Un homme ſeul peut faire une ouverture

(*a*) La principale galerie d'où partent ces rameaux, doit toujours être ſous le milieu du chemin couvert, afin d'être plus aiſément ſoutenue & défendue. Elle n'a pas le même avantage, lorſqu'elle eſt ſous le glacis, comme elle l'étoit à la citadelle de *Tournay*.

confidérable à la place, par le moyen des mines. Il eft donc effentiel de prendre toutes les précautions néceffaires pour lui fermer le paffage.

Les rameaux qui vont du glacis dans la campagne, fervent beaucoup dans un tems d'attaque : l'ennemi n'ofe s'approcher de la place qu'avec une grande circonfpection. On lui fait fauter fes travaux, fes batteries, & on lui fait perdre bien du tems avant qu'il puiffe s'attacher au chemin couvert de la place.

Les places qui font contre-minées, ont donc un avantage confidérable fur les autres. Cette fortification ne paroît pas extérieurement, mais elle n'en eft que plus redoutable, & elle l'eft d'autant plus, que dans fes travaux fouterreins, la fupériorité de l'ennemi ne décide de rien. C'eft d'un très-petit nombre d'hommes que dépend le fort de la place (*a*).

(*a*) On emploie actuellement une fi grande quantité d'artillérie dans les fieges, que les remparts & les parapets les plus folides font ruinés en très-peu de tems. Les dehors ne fervent qu'à reculer de quelques jours la prife de la place ; ce petit avan-

Les galeries des contre-mines que l'on construit en même tems que la place, sont appellées *galeries majeures*. On y fait des portes de distance en distance, percées d'un crénau.

tage se trouve payé fort cher : car outre la grande dépense de leur construction, il faut, pour ainsi dire, une armée dans une place pour en disputer le terrein pied à pied à l'ennemi. De là vient qu'il s'y fait une consommation considérable de munitions de toute espece. Si la place n'en est point abondamment pourvue, on se trouve obligé de la rendre lorsque ses principales fortifications sont encore entieres, ou du moins capables de résister encore longtems aux efforts de l'ennemi. Le but de la fortification est de mettre peu de troupes enfermées dans une place, en état de se défendre contre un bien plus grand nombre, par lequel elles peuvent être attaquées. Or, s'il faut des armées pour défendre les places, la fortification ne remplit pas son objet; mais la science des mines y répond parfaitement. Car avec une garnison suffisante pour garnir les postes & résister à un coup de main, & avec un nombre suffisant de mineurs, dirigés par des Officiers intelligens, on peut dans un terrein favorable aux mines, arrêter l'ennemi fort longtems, & lui fermer, pour ainsi dire, les avenues de la place.

L'usage de ces portes, est d'empêcher que l'ennemi ne soit maître de toute la galerie, lorsqu'il a trouvé le moyen d'y pénétrer & de s'emparer d'une partie.

A chaque angle ou retour des contre-mines, on fait des especes de places d'armes de 6 pieds en quarré, où les mineurs se retranchent pour disputer la prise des contre-mines. Il y a ordinairement un puits au milieu pour recevoir l'eau.

Dans un tems de siege, on pratique une autre espece de petits rameaux qui partent du chemin couvert, & qui s'étendent dans le glacis & au-delà. Ils ne sont enfoncés que depuis 6, jusqu'à 8 ou 9 pieds. Les fourneaux que l'on construit à leur extrêmité, sont appellés *fougasses*; ainsi la fougasse est une mine qui n'est enfoncée dans les terres que depuis 6, jusqu'à 8 ou 9 pieds, & que l'on ne fait que dans le tems qu'on en a besoin.

IX.

Profils des dehors.

124. Le détail que l'on a donné de la conſtruction du profil de la place, (nº 98), peut diſpenſer d'entrer dans une pareille explication pour la conſtruction des profils des dehors.

Ils ne different guere de celui de la place, que par un rempart plus étroit & moins élevé : la conſtruction du parapet & du chemin couvert eſt toujours la même : ainſi la figure de quelques profils de cette eſpece, avec les meſures cottées de toutes leurs parties, pourra ſuffire pour en donner l'intelligence.

Soit (*pl.* 12) la courtine, la tenaille, la demi-lune & le chemin couvert d'un des fronts de la citadelle *C*, coupés ſelon la ligne *a d e*. (Quoique cette ligne ne ſoit point droite, le profil n'en ſera pas différent, attendu que les deux parties *a d* & *d e* ſeront ſuppoſées miſes de ſuite ſur la même ligne droite.) Cette coupe doit faire voir les diffé-

rentes hauteurs & largeurs de ces ouvrages.

Explication de la Planche 13.

Pl. 13. *AB* eſt la ligne du niveau du terrein dans tous les différens profils de cette planche.

FIGURE PREMIERE.

C, *Coupe du rempart & du parapet de la courtine.*

D, *Foſſé qui eſt entre le revêtement de la place & la tenaille.*

E, *Tenaille.*

F, *Foſſé de la place entre la tenaille & la gorge de la demi-lune.*

G, *Partie du terrein du milieu de la demi-lune dans la premiere & la ſeconde figure, laquelle doit être conſidérée comme une ſuite de la premiere.*

H, *Coupe du rempart & du parapet de la face de la demi-lune.*

I, *Le foſſé de la demi lune.*

L, *Le chemin couvert.*

N, *Le glacis.*

La figure 3 eſt la coupe d'un rempart revêtu de gazon (*a*). On donne

(*a*) Les *gazons* ſont des morceaux de terre

ordinairement pour talud à cette sorte de revêtement, les deux tiers de la hauteur.

a, *Fraise vers le haut du rempart.*

b c, *Berme au milieu de laquelle est une palissade* d.

e, *Partie du fossé.*

La figure 4 est la coupe d'un rempart *à demi-revêtement* (*a*), c'est-à-dire revêtu seulement depuis le fond

de prés, dont la base a 15 ou 18 pouces de longueur ou de queue, sur 6 de largeur. La hauteur est de 6 pouces; mais elle va se terminer en glacis a l'extrêmité de la base; ensorte que le profil du gazon, pris selon sa longueur, est un triangle rectangle. Le gazon, pour être bon, doit être coupé dans un terrein gras, qui produise beaucoup d'herbe. On en forme le côté extérieur du rempart, auquel il tient lieu de maçonnerie.

(*a*) Le demi-revêtement coûte moins de dépense que le revêtement entier, & il réunit les avantages du revêtement de maçonnerie & de celui de gazon.

Le revêtement de gazon a l'avantage de coûter peu, d'être d'une prompte expédition, & que la brèche s'y fait difficilement, le canon n'y faisant que son trou; mais il faut le réparer chaque année: d'ailleurs le grand talud qu'on est obligé de lui donner, en rend l'escalade plus facile. Pour y

du fossé, jusqu'au niveau du terrein de la campagne. Les contre-gardes

remédier, il faut nécessairement qu'il soit frazé.

Le revêtement de pierre a l'avantage de durer plus long-tems ; mais dans un siege, ses éclats causent beaucoup d'accidens : en le battant pendant quelque tems avec de grosses pieces de canon, on y fait bientôt une large brêche, dont les débris comblent une partie du fossé.

Le revêtement du rempart est aussi quelquefois de briques ; ce revêtement est excellent, parce que le canon ne fait qu'un trou dans la brique, comme dans le gazon, & qu'il peut durer fort long-tems.

Il n'est pas toujours au choix de l'Ingénieur, ni même du Prince, comme le dit le *Chevalier de S. Julien*, de faire un revêtement de telle matiere que l'on veut, d'autant qu'en Hollande il n'y a pas de pierres, & qu'en France on trouve des villes dans les environs desquelles il n'y a ni briques, ni gazon. Ainsi la nécessité oblige de les faire de la matiere qu'on trouve sur le lieu. comme le parapet est le plus exposé au canon, lorsqu'il est revêtu, son revêtement est ordinairement de briques, celui de pierres ayant trop d'inconvéniens à cause des éclats.

Il est clair, après tout ce que l'on vient de dire, que le demi-revêtement réunit les principaux avantages des autres, car le

ou

ou bastions détachés du Neuf-Brisack, dont on parlera bientôt, sont revêtus de cette maniere.

ab, *Berme de 10 pieds de large.*

c, *Palissade dont il regne un rang tout le long de la berme.*

d, *Haie vive de 6 pieds de haut, & de 3 d'épaisseur au devant de la palissade.*

La figure 5 est le profil d'une redoute ou lunette, comme *B*, *pl.* 11. Son parapet est revêtu de gazon, de la maniere qu'on l'a expliqué dans la note page 230.

La sixieme figure est le profil de la caponniere de la *planche* 11, pris selon la largeur de cette caponniere. La ligne *AB* représente le niveau du fond du fossé.

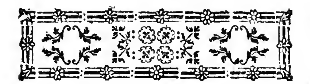
Nota. Dans chacune de ces figu-

canon ne peut battre que la partie supérieure du rempart qui est en gazon; le revêtement de maçonnerie depuis le niveau du terrein jusqu'au fond du fossé, ne met point dans la nécessité de faire un grand talud, & il soutient la partie supérieure, qui ayant ainsi moins d'élévation, a moins de poussée, & peut durer plus long-tems.

res, *R* eſt la coupe d'un des contreforts, dont les contreſcarpes & les gorges des ouvrages ſont ordinairement ſoutenues.

Fin de la ſeconde Partie.





ÉLÉMENS
DE
FORTIFICATION.

TROISIEME PARTIE.

Des Systêmes de Fortification.

125. LA connoissance des différens systêmes de fortification, ne peut guere servir qu'à l'histoire des progrès de cet Art. Il est d'autant plus difficile d'en tirer d'autre utilité, que tout ce qui a été trouvé bon dans les anciens systêmes, a été conservé dans ceux qui ont été donnés depuis.

Ainsi dans l'usage ordinaire, il suffit de bien connoître les systêmes qui ont été exécutés, & comme la

plûpart de nos places ont été fortifiées par M. le Maréchal de *Vauban*, les systêmes de cet illustre Ingénieur, sont ceux qui doivent nous intéresser le plus essentiellement.

On a déja donné, au commencement de cet ouvrage, la premiere construction de cet homme célebre; on ajoutera ici celles dont il s'est servi pour fortifier *Betfort*, *Landau* & le *Neuf-Brisack*. Mais auparavant on donnera un précis des systêmes des plus fameux Ingénieurs qui l'ont précédé, afin de mettre le Lecteur en état de remarquer ce que M. de *Vauban* a ajouté ou corrigé à ces méthodes. Ceux qui voudront connoître les autres systêmes, dont on ne croit pas devoir grossir cet ouvrage, pourront consulter le second volume des *Travaux de Mars*, par *Allain Manesson Mallet*, la Fortification d'*Ozanam*, le livre de M. *l'Abbé Deidier*, qui a pour titre *le Parfait Ingénieur françois*, l'article Fortification dans l'*Encyclopédie*, &c.

Quoiqu'il y ait plusieurs Livres qui portent le titre de fortification de M. de *Vauban*, ce grand homme

n'a néanmoins rien écrit sur cette matiere. Ceux qui nous ont donné ses constructions, ont été obligés de les étudier dans ses travaux mêmes, c'est-à-dire, dans les fortifications qu'il a fait exécuter. Ils en ont tiré les regles qu'il a le plus généralement observées, & qui caractérisent ses différens systêmes : on dit les regles qu'il y a le plus généralement observées, parce que M. de *Vauban*, non plus que les autres Ingénieurs qui ont travaillé à la fortification des places, ne se sont pas toujours assujettis aux mêmes, & qu'ils les ont variées suivant les circonstances de la situation des villes, de leur grandeur & de la nature de leur terrein. Ils ont seulement conservé dans toutes leurs constructions quelques arrangemens particuliers, relatifs aux maximes de la fortification dont ils étoient le plus frappés, & ce sont ces arrangemens qui composent, comme on l'a déja dit, leurs différens systêmes.

Les avantages des systêmes particuliers, outre l'augmentation du feu de la place, & une meilleure disposition de toutes les parties de l'enceinte pour le mettre à l'abri du rico-

chet (*a*), peuvent encore consister; 1°. dans la facilité de les tracer sur le papier & sur le terrein.

2°. Dans celle de les appliquer également aux fortifications régulieres & irrégulieres.

3°. De ne point causer de dépense trop considérable pour leur construction.

4°. De ne point exiger une trop nombreuse garnison pour la défense des places, & de faire ensorte que les ouvrages ne soient que difficilement ruinés par l'ennemi.

5°. Que le canon ne soit pas trop exposé aux batteries de l'ennemi, & qu'on puisse en conserver l'usage jusqu'à la fin du siége.

(*a*) Le ricochet est l'effet du canon tiré avec une très-petite charge de poudre. Lorsqu'il enfile les différens ouvrages de la fortification, il y cause de grands désordres en sautant & en bondissant. Alors on ne peut presque plus se montrer sur les défenses de la place. M. le Maréchal de *Vauban* est l'inventeur de cette maniere de tirer le canon. Le premier usage qu'il en fit, fut au siege de *Philisbourg* en 1688, & non point à celui d'*Ath* en 1697, comme on le croit communément. *Voyez* le recueil des lettres pour servir à l'histoire militaire de Louis XIV.

6°. Enfin, que les communications des ouvrages soient sûres & commodes, & que l'ennemi ne puisse ni les détruire, ni en empêcher l'effet.

Voilà, selon nous, quels doivent être les principaux objets de ceux qui proposent de nouveaux systêmes de fortification. Il est difficile sans doute de réunir ces différens avantages ; mais la supériorité de l'attaque sur la défense, qui démontre en quelque façon l'insuffisance de notre fortification, doit engager les Ingénieurs à faire les plus grands efforts pour y apporter quelque remede. Au reste, quel que soit l'état actuel de la fortification, nos places sont cependant susceptibles d'une longue & vigoureuse résistance, sur-tout avec des Commandans fort au fait du Génie & de l'Artillerie ; lorsqu'elles ont d'ailleurs une bonne garnison & qu'elles sont bien approvisionnées de de munitions de toute espece.

Qu'on imagine tel systême de fortification que l'on voudra, les places ne se défendront jamais seules ; il faudra toujours des talens &

de la capacité pour profiter des avantages qu'il pourra procurer. En général lorſque les hommes & les munitions ne manquent point, tout le ſuccès de la défenſe dépend de l'habileté de celui qui commande dans la place. *Voyez* ſur ce ſujet le *Traité de la Défenſe des Places*, ſeconde édition.

I.

Syſtême d'Errard de Bar-le-Duc.

Nous commencerons la deſcription de ces ſyſtêmes par celui d'*Errard* de *Bar-le-Duc*, Ingénieur du Roi *Henri IV*, parce que c'eſt le premier des Ingénieurs modernes, au moins en France (*a*), qui ait fait un Traité complet de Fortification. On prétend que la citadelle d'*Amiens* eſt fortifiée à ſa maniere, & qu'il a fait auſſi conſtruire pluſieurs pieces au château de *Sedan*.

126. *Conſtruction du Syſtême d'Errard.*

Pl. 14. *Fig.* 1. Soit *AB* le côté d'un exagone,

(*a*) Voyez la note page 37.

dont

dont le centre est *O*. Tirez les rayons *Pl.* 14, *Fig.* 1.
obliques *OA*, *OB*, & les lignes *AC*, *BD*, qui fassent avec ces rayons les angles *OAC*, *OBD*, chacun de 45 degrés. Divisez l'un de ces angles, comme *OAC*, en deux parties égales par la ligne droite *AD*, qui terminera la ligne de défense *BD* au point *D*. Prenez la grandeur de cette ligne *BD*, & portez-la sur *AC*. Par les points *C* & *D*, tirez la courtine *DC*; & des points *D* & *C*, tirez les perpendiculaires *DE*, *CF*, sur les lignes de défense *AC*, *BD*, pour les flancs des bastions; faites ensuite les mêmes opérations sur les autres côtés de l'exagone, & il sera fortifié à la maniere d'*Errard*.

Comme il n'y a aucune ligne dont la quantité soit déterminée par cette construction on peut supposer la ligne de défense *BD* de 120 toises. Ainsi faisant une échelle avec cette ligne, on pourra par son moyen connoître la quantité de toises de toutes les parties de cette fortification.

Errard ne prend point la ligne de

défenſe pour échelle, comme on le fait ici ; mais le flanc de chacun de ſes polygones. Dans l'exagone il ſuppoſe ſon flanc de 16. toiſes ; dans l'eptagone de 19 toiſes ; dans l'octogone de 21 toiſes. Il eſt plus commode de ſuppoſer tout d'un coûp la ligne de défenſe de 120 toiſes, pour éviter toutes ces ſuppoſitions particulieres.

Pour décrire le foſſé, on prendra la grandeur du flanc *CF:* du point *B*, & de cet intervalle, on menera une parallele à la face du baſtion *BF.* On menera également une autre parallele à la face *AE*, & l'on tracera le chemin couvert, comme on l'a enſeigné, *n.* 81.

Le principal défaut de cette conſtruction eſt de donner des flancs trop petits : ils ſont véritablement cachés à l'ennemi, mais auſſi ils ne peuvent défendre que fort obliquement le foſſé des faces des baſtions oppoſés, à cauſe de l'angle aigu qu'ils font avec la courtine. C'eſt ce que les Ingénieurs qui ſont venus enſuite, ont corrigé en faiſant cet angle droit,

comme nous le verrons dans le syſtême ſuivant (*a*).

Cet Ingénieur faiſoit des orillons ſur les flancs : ils en occupoient environ les deux tiers.

I I.

127. *Syſtême de Marolois, communément appellé le ſyſtême des Hollandois.*

Marolois a été fort célebre chez les *Hollandoïs.* Son flanc eſt toujours perpendiculaire à la courtine ; ſes ligne de défenſe ſont fichantes ; il fait

« (*a*) *Errard*, dit le *Chevalier de Ville*, » eſtimé pour avoir le premier écrit de la » fortification en France, a ce défaut dans » ſa conſtruction, qu'aux figures où il y a » pluſieurs côtés, les demi-gorges & les » faces des baſtions viennent exorbitam- » ment longues, les courtines fort cour- » tes, & les flancs ne s'accroiſſent pas à pro- » portion des gorges. Tout ceci eſt autant » de défauts, parce que d'accroître la face » du baſtion par excès, c'eſt accroître la » partie la plus foible & qui eſt toujours » attaquée. Diminuer la courtine, c'eſt di- » minuer la partie la plus forte, & celle » qui n'eſt jamais attaquée ; &c ».

Pl. 14. Fig. 1. une double enceinte, ou une fausse-braie autour de la premiere.

Pour fortifier un exagone à sa maniere, on commencera par tirer une ligne indéfinie *AB*, sur laquelle on fera l'angle *BAO*, égal à la moitié de celui de la circonférence de l'exagone, c'est-à-dire, de 60 degrés ; & comme l'angle flanqué de son exagone doit en avoir 80 (*a*), le demi-angle flanqué aura par conséquent 40 degrés.

On fera l'angle *BAD* de 20 degrés. On prendra sur *AD*, *AE* de 48 toises, (ou de 24 verges, suivant l'Auteur : mais comme la verge vaut 12 pieds, & qu'il est plus commode de se servir de toises, on évaluera toutes ses mesures en toises.) Du point *E* on menera une perpendiculaire *EN* sur *AB*. On portera de *N* en *I* 64 toises (*b*) pour la lon-

(*a*) *Marolois* donne à l'angle flanqué de son quarré 60 degrés; au pentagone 72; à l'exagone 80; à l'eptagone 85; à l'octogone 90, & de même à tous les autres polygones.

(*b*) Si l'on ne faisoit point de fausse-braies, on donneroit 72 toises à la courtine.

gueur de la courtine. On prendra ensuite *IB* égal à *AN*, & au point *I* on élevera une perpendiculaire *IL*, égale à *NE*, & menant la ligne *LB*, elle sera la face du demi-bastion opposé au bastion dont *AE* est la face. Cela fait, on tirera la ligne *OB*, qui fasse avec *AB* l'angle *OBA* de 60 degrés. Au point *E*, & sur *NE* prolongée on fera l'angle *GEF* de 55 degrés, dont le côté *EF* coupera le rayon *OA* dans un point *F*, duquel point on menera la ligne *FM*, parallele au côté *AB*; l'on prolongera les perpendiculaires *NE*, *IL*, jusqu'à la ligne *FM*, & l'on aura *EG* & *LH*, pour les flancs des demi-bastions construits sur le côté extérieur *AB*, & *GH* pour la courtine.

On achevera ensuite la fortification de l'exagone proposé, en décrivant un cercle du centre *O*, & du rayon *OA* ou *OB*, dans lequel on inscrira l'exagone, & l'on en fortifiera chaque côté, comme on vient de l'enseigner, & même plus facilement, en se servant de toutes les mesures déterminées sur le front *AB*.

On donnera 20 pieds au parapet,

& à pareille distance du côté extérieur & en dehors, on lui menera une parallele pour le terreplein de la fausse-braie, à laquelle on donnera aussi un parapet de 20 pieds. On menera le fossé parallelement aux faces des bastions, à la distance de 25 toises, &c.

REMARQUES.

1°. Les flancs dans ce systême sont disposés plus avantageusement que dans le précédent; mais il ne défendent encore le fossé du bastion opposé que d'une maniere fort oblique.

2°. *Ozanam* dit que la construction de cet Auteur a cela de commode, qu'elle peut être tracée sur un terrein dont la situation ne permettroit pas de décrire un polygone régulier par le moyen du cercle. Mais cette commodité est la même dans tous les autres systêmes où le côté extérieur ou intérieur est supposé d'une grandeur connue ou donnée.

3°. *Marolois*, ainsi que *Fritach*, *Dogen*, & plusieurs autres Auteurs, dont les constructions ont été adoptées des *Hollandois*, faisoient des fausse-braies à leurs places.

L'avantage qu'ils se proposoient d'en tirer étoit principalement de doubler le feu du rempart, & de pouvoir défendre le fond du fossé & le chemin couvert par un feu plus rasant que celui du rempart.

Pour cet effet le terreplein de la fausse-braie étoit au niveau du terrein de la campagne; mais, comme on l'a déja remarqué en parlant de la tenaille, lorsque l'ennemi étoit maître du chemin couvert, il lui étoit aisé de plonger du haut du glacis dans la fausse-braie des faces des bastions; & d'en déloger l'ennemi, qui n'y pouvoit plus séjourner que dans la partie parallele à la courtine & aux flancs. Si le rempart étoit revêtu de maçonnerie, les éclats causés par le canon, rendoient aussi cette partie très-dangereuse : les bombes y faisoient d'ailleurs des désordres considérables, sans qu'il fût possible de s'en garantir.

Outre ces différens inconvéniens, les fausse-braies n'étant pas d'une assez grande hauteur pour ne pouvoir être franchies par le soldat favorisoient la désertion : elles donnoient aussi

beaucoup de facilité à la surprise des places par l'*escalade*, c'est-à-dire, à s'y introduire avec des échelles, lorsque le fossé étoit sec; quand il étoit plein d'eau, toutes les parties de la fausse-braie se trouvoient également accessibles dans les grandes gelées. Il falloit alors que le Gouverneur, pour éviter les surprises, eût presque toujours la plus grande partie de la garnison sous les armes pour être en état de s'y opposer.

Tous ces désavantages ont assez généralement engagé les Ingénieurs modernes à ne plus employer de fausse-braies dans la fortification, si ce n'est vis-à-vis les courtines où les tenailles en tiennent lieu, & vis-à-vis les flancs où elles peuvent servir utilement, pourvu que l'ennemi ne puisse pas les enfiler.

4°. *Marolois* propose aussi des casemates pour augmenter la force du flanc, & conserver plusieurs pieces de canon à l'abri des batteries de l'ennemi.

On donnera, à la suite des systêmes suivans, quelque détail sur les avantages & les inconvéniens des li-

gnes de défenſe fichante dont ſe ſert cet Auteur ; l'on y traitera auſſi des principaux objets des caſemates, que la plûpart des anciens Auteurs ajoutent à leur conſtruction.

III.

128. *Syſtême du Chevalier de Ville.*

Ce ſavant Ingénieur vivoit ſous le Roi *Louis XIII.* Il joignoit la théorie à la pratique, n'ayant rien écrit, comme il le dit lui-même, que ſon frere ou lui, n'aient vu ou pratiqué. Il a pour maxime particuliere de faire toujours l'angle flanqué droit, & la demi-gorge de ſes baſtions égale au flanc ou à la ſixieme partie du côté intérieur.

Il fortifie extérieurement, c'eſt-à-dire, en dehors du polygone. Il fait ſon flanc perpendiculaire ſur la courtine, & ſes lignes de défenſe fichantes. Sa méthode ne peut commencer à ſe pratiquer qu'à l'exagone. Les autres polygones qui ont moins de côtés, ont les angles de la circonférence trop petits pour qu'elle puiſſe y convenir.

Pl. 15. *Fig.* 1. Soit *AB*, le côté d'un exagone à fortifier ſelon la méthode du *Chevalier de Ville*.

On le diviſera en 6 parties égales. On prendra les demi-gorges *AC* & *BD*, chacune d'une de ces ſixiemes parties : des points *C* & *D* on élevera les flancs *CL* & *DH*, perpendiculaires à la courtine *CD*, & on les fera égaux aux demi-gorges.

On tirera enſuite les rayons *OA*, *OB*, que l'on prolongera indéfiniment hors le polygone.

Du point *L* on abaiſſera *LQ*, perpendiculaire ſur *OA* prolongée. On fera *QM* égal à *QL*, & l'on tirera la ligne *ML*, qui ſera la face du demi-baſtion *CLM*. On déterminera de même la face *HN* de l'autre demi-baſtion, & en opérant ainſi ſur les autres côtés du polygone, on aura l'enceinte de la place tracée ſuivant ce ſyſtême, dans lequel les angles flanqués & ceux du flanc ſeront droits.

Le *Chevalier de Ville* prend pour échelle le côté intérieur *AB*, auquel il donne 120 toiſes : ainſi les demi-gorges & les flancs, qui en ſont la ſixieme partie, ſont chacun de 20

toises. Le fossé doit être mené parallement aux faces des bastions, & à la distance de 20 toises.

Si l'on veut couvrir le flanc *HD* par un orillon, on le divisera en 3 parties égales; l'on prendra *GD* d'une de ces trois parties; par le point *G* & le point *M*, angle flanqué du bastion opposé, on tirera *GM*, sur laquelle on prendra *GK* égale à *GD*. L'on prolongera la face *NH* jusqu'à ce qu'elle rencontre la ligne *MG* dans un point *R*. De ce point pris pour centre, & de l'intervalle *RK* on décrira un arc qui coupera en *I* le prolongement de la face *NH*. On tirera ensuite la ligne *KI*, & sur *KI* on construira l'orillon, comme on l'a enseigné dans la construction du flanc concave à orillon.

Si l'on n'arrondit point l'orillon, c'est à-dire, si on le termine par la ligne *IK*, il sera nommé *épaulement*.

Outre l'orillon, le *Chevallier de Ville* faisoit une place haute à son flanc, c'est-à-dire, qu'il n'élevoit la partie *GD*, qu'un peu au dessus du niveau de la campagne, & que derriere cette partie il pratiquoit un second flanc *EF*.

Pour avoir ce second flanc, il faut prolonger *KG* de 7 toises en dedans le bastion, & tirer *FE* parallele à *GD*. *FE* sera le second flanc ou la place haute, & *GD* la *casemate* ou la *place basse*.

REMARQUE

Sur le systême du Chevalier de Ville.

Cet Auteur tombe dans le même défaut que *Marolois* touchant les flancs qu'il fait perpendiculaires à la courtine ; dans cette disposition ils défendent trop obliquement la face & le fossé du bastion opposé.

Les demi-gorges & les flancs de ses bastions ont trop peu d'étendue, & comme son orillon est composé du prolongement de la face du bastion, son flanc couvert devient plus petit que s'il étoit plat : l'orillon en occupe d'ailleurs une si grande partie qu'il ne reste plus d'espace au flanc couvert, que pour placer 6 ou 7 pieces de canon, tant dans la place basse que dans la haute ; ce qui n'est pas suffisant pour bien défendre le passage du fossé. Au reste la construc-

tion de l'orillon du *Chevalier de Ville* eſt plus parfaite que celle de la plûpart des Auteurs qui l'ont précédé. Ils faiſoient le revers de leur orillon ou épaulement parallele à la courtine, & par-là le canon le plus voiſin de l'épaule du baſtion ne pouvoit tirer dans la brêche faite à la face du baſtion oppoſé. Le *Chevalier de Ville* dirigeant le revers de l'orillon à l'angle flanqué, cache entierement à l'ennemi le premier canon de ſon flanc couvert, mais de maniere que ce canon découvre pourtant toute la face du baſtion oppoſé & une partie du foſſé. Cette même détermination du revers de l'orillon a depuis été ſuivie par M. de *Pagan* & par M. de *Vauban*.

Le *Chevalier de Ville* préfere dans ſa fortification les lignes de défenſe fichantes aux raſantes, c'eſt-à-dire, que le prolongement des faces de ſes baſtions aboutit ſur la courtine, comme en *h*, afin d'avoir le ſecond flanc ou feu de courtine *a b*, qu'il croit très-avantageux aux places. Comme la plûpart des Ingénieurs modernes ont penſé différemment, on croit

Pl. 15. *Fig.* 1.

faire plaisir au Lecteur d'examiner ici les avantages & les défauts des seconds flancs, afin de le mettre en état de juger si ces flancs sont effectivement autant à mépriser que plusieurs Auteurs ont voulu le faire croire.

I V.

129. *Examen des lignes de défense fichantes & rasantes, ou des raisons qui peuvent déterminer à se procurer des seconds flancs, où à les éviter.*

Pl. 2. *Fig.* 2. On a déja observé que lorsque le prolongement de la face *CD* d'un bastion quelconque *X*, aboutit à un point *G* de la courtine *EF*, la ligne de défense *CF* est fichante, parce que le soldat qui est à l'angle du flanc *F* tirant à la face *CD*, la balle peut entrer dans le bastion *X*. On a vu aussi que la partie *GF* de la courtine comprise entre le flanc *HF* & le point *G*, où aboutit le prolongement de la face *CD*, se nomme feu de courtine ou second flanc; attendu que de cette partie on découvre le fossé & la face du bastion opposé *X*.

Lorsque la ligne de défense est rasante, ou que la face *CD* aboutit, étant prolongée, à l'angle du flanc *F*, la courtine n'a point de partie d'où l'on puisse découvrir la face du bastion opposé, & il n'y a point alors de second flanc. Il s'agit d'examiner laquelle de ces deux dispositions est la plus avantageuse pour la défense de la place.

Le *Chevalier de Ville* est pour la premiere. Il soutient, dans le sçavant ouvrage qu'il a donné sur la fortification, que plus on peut prendre de feu dans la courtine, les demi-gorges & les flancs restant d'une grandeur raisonnable, de même que l'angle flanqué, plus il y a de tirs qui voient les faces, & que par conséquent plus elles sont défendues. Pour juger de la solidité de ses raisons, il faut examiner en détail quels sont les avantages particuliers que procurent les seconds flancs, & quels sont les inconvéniens qui peuvent en résulter.

Les avantages du second flanc sont 1°. de défendre les faces des bastions par des lignes plus courtes

que celles qui partent du premier flanc, ou flanc ordinaire.

2°. Qu'il oblige de faire rentrer les faces des bastions vers la place, ensorte que les premiers flancs voient aisément dans les brêches faites aux faces pour entrer dans le bastion.

3°. Qu'il détourne aussi l'épaule du bastion vers la place; de maniere qu'une partie de la courtine contribüe à la défense de la place & du fossé du bastion opposé; ce qui produit quelquefois, comme le dit le *Chevalier de Ville*, 15, 20, 25, & même jusqu'à 50 toises de feu de plus dans cette fortification que dans celle qui est à ligne de défense rasante.

Les défauts des seconds flancs sont, 1°. qu'ils défendent très-obliquement la face du bastion opposé, & que comme le soldat ne prend pas la peine de se placer de la maniere la plus avantageuse pour découvrir les endroits sur lesquels il doit tirer, la défense oblique ne peut presque rien produire d'avantageux à la place. Aussi M. *Blondel* dit-il dans sa *nouvelle maniere de fortifier*, qu'il n'avoit guere vu de gens blessés des coups tirés de cette défense.

2°.

2°. Que la courtine & le flanc demeurant de même grandeur, le second flanc oblige de faire l'angle flanqué plus aigu & plus avancé vers la campagne, ce qui rend le bastion trop resserré vers la pointe, lorsque l'angle du polygone n'est guere plus grand qu'un droit.

3°. Que lorsqu'il y a un second flanc, le fossé de la courtine est beaucoup plus large que quand il n'y en a point, & qu'ainsi la dépense de sa construction est plus grande. Si, pour éviter cet inconvénient, on faisoit le fossé parallele aux faces du bastion, alors le premier flanc ne découvriroit plus toute la largeur de ce fossé, ce qui est un défaut très-considérable dans la fortification.

4°. On a aussi prétendu que le second flanc étoit peu utile à la défense des faces du bastion, par la difficulté d'y pratiquer des embrasures d'où l'on puisse battre le fond du fossé; que d'ailleurs le grand biaisement qu'on est obligé de leur donner, les expose à être ruinées dès les premiers jours du siege.

5°. Qu'il ne falloit pas non plus

juger du feu du second flanc par la partie *GF* de la courtine, comprise entre l'angle du flanc *F* & le point *G*, où aboutit le prolongement de *CD*; mais par une perpendiculaire *FI* menée de l'angle du flanc *F* sur le prolongement de *CG*, parce qu'il est évident que le second flanc *GF* ne peut contenir un plus grand nombre de soldats qui tirent vers la face *CD*, que la perpendiculaire *IF* n'en peut contenir elle-même. Qu'ainsi le feu du second flanc est très-peu considérable, & qu'il ne peut dédommager de celui qui résulteroit de la partie *KD* du flanc *ED*, qu'on est obligé de retrancher pour se procurer un second flanc.

Pl. 2, Fig. 2.

6°. On a encore objecté contre le second flanc, qu'il rend les places plus petites. On peut le démontrer en considérant que la face, le flanc & la courtine étant déterminés, on ne peut se procurer de seconds flancs qu'en diminuant les angles flanqués des bastions, & en faisant rentrer les fronts de la fortification vers la place.

Telles sont à peu près les princi-

pales difficultés qu'on a alléguées contre les seconds flancs. Voici ce qu'on peut y répondre.

1°. Qu'il est vrai que la défense du second flanc est oblique, mais qu'elle fournira toujours un plus grand feu que la partie *KD*, dont ce flanc diminue le flanc ordinaire, ou, ce qui est la même chose que la perpendiculaire *FI* sera toujours plus grande que *KD*, comme il est fort aisé de le démontrer : qu'ainsi le second flanc augmentera toujours le feu qui défend la face du bastion : que M. de *Vauban* a si peu regardé le feu oblique comme inutile, que ses tenailles simples n'en ont point d'autre, & que néanmoins on convient qu'elles servent beaucoup à la défense du fossé. Pour M. *Blondel*, s'il désapprouve la défense oblique du second flanc, « c'est, dit-il, que le soldat, » quelque assuré qu'il soit, ne sçauroit, quand il le voudroit, raser du » second flanc la face du bastion op» posé avec son mousquet entre deux » paniers ou deux sacs à terre, posés » à la maniere qu'on a coutume de » les asseoir sur la crête du parapet.»

» à moins qu'on ne voulût tenir les » trous beaucoup plus larges que l'on » ne les tient d'ordinaire, ce qu'il ne » voudroit pas conseiller ». Il convient cependant qu'il y a des remedes pour rendre le feu des seconds flancs plus utile, & de-là il paroît que dans les cas où l'on peut s'en procurer sans aucun inconvénient, M. *Blondel* ne les auroit pas négligé.

2°. Que pour ce qui concerne l'angle flanqué, il est assez indifférent de l'augmenter, lorsqu'il est de 90 degrés, parce qu'il a alors toute la solidité nécessaire pour résister au canon de l'ennemi. Les angles qui different peu de 90 degrés, comme le font ceux de 75 & 80 degrés, ont à peu près la même résistance que le droit : c'est pourquoi ceux-là seulement ont été proscrits de la fortification, qui n'ont que 60 degrés & au dessous.

Le *Chevalier de Ville* partant de ce principe (a), « fait son angle flan» qué droit dès l'exagone : il le con-

(a) *Nouvelle maniere de fortifier les places*, tirée des méthodes du *Chevalier de Ville*, de M. de *Pagan* & de M. de *Vauban*.

» tinue de la même ouverture à tou-
» tes les figures de plus de six côtés,
» même au bastion construit sur la
» ligne droite ; ensorte que plus les
» figures ont de côtés, plus elles sont
» fortes, non pas par la plus grande
» ouverture de leur angle, qui se-
» roit inutile, selon ses démonstra-
» tions, mais par le grand feu que
» les bastions tirent des courtines,
» qui, suivant ses maximes, aug-
» mente beaucoup la force des faces;
» & c'est ce feu de courtine qui met
» de la différence entre la fortifica-
» tion à flanc fichant, & la fortifica-
» tion à flanc rasant ».

3°. Quant à la largeur du fossé qui se trouve plus grande vis-à-vis les courtines, lorsqu'il y a un second flanc, que lorsqu'il n'y en a point, c'est un inconvénient qui ne paroît pas assez important pour balancer les avantages qui en résultent. La dépense occasionnée par cet objet, ne peut être fort considérable; d'ailleurs la terre produite par cette augmentation de largeur, peut servir utilement à élever des cavaliers, ou à agrandir la largeur du glacis.

4°. A l'égard de la cinquieme objection faite sur le second flanc, » quand il seroit impossible, dit » l'Auteur qu'on vient de citer, de » loger du canon sur la courtine » pour battre le fond du fossé, ce » n'est pas à dire pour cela qu'il fallût mépriser ce second flanc sur » lequel *le Comte de Pagan avoue* » *qu'on peut loger utilement la mous-* » *queterie* : car si la fortification à » flanc fichant a ses flancs égaux à » ceux de la fortification à flanc ra- » sant, il me semble que puisqu'elle » est déja aussi forte que l'autre par » les flancs, cette augmentation de » feu qui se tire de la courtine, ne » peut lui être que fort avantageuse, » sans qu'il soit nécessaire d'y pou- » voir mettre du canon; mais d'ail- » leurs je nie que le grand biaise- » ment empêche de loger des pieces » sur la courtine pour battre le fond » du fossé ».

Pl. 2, *Fig.* 2. En effet rien n'empêche de construire une embrasure au point *G*, où commence le feu de courtine, & de lui donner seulement l'ouverture nécessaire pour découvrir le

fond du fossé du bastion. « Si l'on » me dit, ajoute l'Auteur précédent, » que l'embrasure sera facile à rom» pre par les pointes, j'avouerai qu'on » peut en rompre une partie ; mais » le canon ne sera pas découvert « pour cela, puisqu'il est caché der» riere le gros du parapet, & qu'on » peut remédier aux ruptures par des » gabions ».

Ce qu'on peut opposer aux embrasures biaises, c'est qne plus l'angle que la piece du canon fait avec le côté intérieur du parapet, est petit, & plus le coup est élevé, ensorte qu'il deviendroit même parallele à l'horizon, si cet angle étoit très-aigu : il seroit alors à peu près le même que si la piece étoit couchée selon sa longueur le long du côté intérieur du parapet. Pour remédier à cet inconvénient, qu'aucun Auteur, excepté celui du livre que nous venons de citer, n'a remarqué, *il faut donner à l'appui de l'embrasure toute la pente dont il a besoin pour voir le fossé du bastion*.

Quant à ce que l'on dit que le flanc fichant rend les places plus

petites que le rasant, sur-tout lorsque l'angle du flanc est obtus, il faut considérer que ces grandes places ne donnant pas autant de feu que celles qui ont des seconds flancs, elles sont moins avantageuses que ces dernieres, & que d'ailleurs ce n'est pas par le nombre de maisons que contient une place de guerre, que l'on juge de sa force; mais par la bonne disposition de ses fortifications.

Un avantage encore assez considérable que produisent les seconds flancs, c'est de pouvoir placer les cavaliers sur les courtines proche les flancs. Dans cette position une partie de leur canon découvre la face du bastion opposé, & le reste sert à battre la campagne. Le bastion n'est point embarrassé par le cavalier, & tout le terrein reste libre pour y construire des retranchemens qui mettent en état de le disputer pied à pied à l'ennemi.

Ceux qui blâment les seconds flancs, leur ont aussi reproché de rendre la fortification irréguliere, parce que si les angles du polygone sont plus ou moins ouverts, ils ont aussi

aussi plus ou moins de feu de courtine : ainsi l'ennemi peut, dit-on, sçavoir d'abord quel est le côté le plus foible de la place.

Cette objection prouve au moins que ceux qui la font, conviennent que les fronts qui ont le plus de second flanc, sont les plus forts : ainsi elle ne peut préjudicier aux partisans des seconds flancs. Mais pour ne pas la laisser sans réponse, il faut considerer que cette espece d'irrégularité ne peut produire aucun inconvénient : car l'Ingénieur qui fortifie une place, doit travailler à en rendre toutes les parties susceptibles de la même défense. S'il y a quelques fronts moins favorables à la fortification que les autres, on y remédie par différens dehors qui corrigent les défauts de ces fronts : d'ailleurs ce petit inconvénient des seconds flancs, si tant est que c'en soit un, se trouve aussi dans les constructions de M. de *Vauban*, où les flancs & les faces varient suivant la grandeur des angles & des côtés des poligones.

Il résulte de cette espece de dis-

sertation sur les seconds flancs, que lorsque l'on ne considere point la dépense, & que les angles des polygones que l'on fortifie sont fort obtus, on peut, & que même on doit dans ces circonstances, ne point négliger les seconds flancs; car dans ce cas, deux feux, comme le dit le *Chevalier de Saint-Julien*, valent toujours mieux qu'un; & qu'au contraire, lorsque ces angles se trouvent trop petits pour donner aux flancs 25 ou 28 toises, & faires les angles flanqués des bastions au moins de 75 degrés, il faut renoncer aux seconds flancs, & fortifier alors à lignes de défense rasantes.

V.

130. *Systême du Comte de Pagan.*

Pl. 15. *Fig.* 2. Le Comte de *Pagan* divise sa fortification en *grande*, *moyenne* & *petite*.

Pour construire la moyenne, soit *AB* le côté d'un polygone, par exemple, d'un exagone. On le supposera de 180 toises; on le divisera en deux également en *D*, & de ce point on

élevera une perpendiculaire *DC* de 30 toises. Par les points *A* & *B*, & par le point *C*, on tirera les lignes de défense indéfinies *AN*, *BM*: on prendra les faces *AE*, *BF*, de 55 toises, & *CM* & *CN* chacune de 32; l'on tirera les lignes *EM*, *FN*, qui seront les flancs de ce front, & *MN* qui en sera la courtine.

On peut déterminer les flancs *FN*, *EM*, en faisant tomber des points *F* & *E* des perpendiculaires sur les lignes de défense *AN*, *BM*.

Pour construire la grande fortification, on suppose le côté *AB* de 200 toises; on donne de même 30 toises à la perpendiculaire *CD*, & 60 toises aux faces des bastions.

A la petite fortification, le côté *AB* a seulement 160 toises: la perpendiculaire *DC* est toujours de 30 toises; à l'égard des faces, elles n'ont que 50 toises. Les flancs sont toujours perpendiculaires sur les lignes de défense.

Le Comte de *Pagan*, pour augmenter le feu de son flanc, fait trois flancs élevés les uns sur les autres en amphithéâtre, & il construit un se-

cond bastion dans le premier.

Pl. 15. Fig. 2. Pour construire ces places, ou comme on les appelle communément, ces *casemates*, on divisera le flanc *FN* en deux également en *G*, & par le point *A*, & le point *G*, on tirera la ligne *AG* que l'on prolongera indéfiniment dans le bastion. L'on prolongera de même la ligne de défense *AN*.

L'on prendra *GH* de 5 toises, & l'on tirera *HI*, parallele à *GN*; on menera ensuite *LK*, parallele à *HI*, & à la distance de 7 toises. On donnera 14 toises à cette ligne, depuis *K* jusqu'en *L*. Enfin on menera *OP* parallele à *LK*, à la distance de 7 toises, & l'on donnera 14 toises 3 pieds à cette ligne de *O* en *P*. Du point *P* on menera *PQ*, parallele à *FB*. Cette ligne sera la face du bastion intérieur, dont *OP* sera le flanc. On menera un parapet de 3 toises aux lignes *IH*, *LK*, *OP*, *PQ*, &c.

Le fossé de la place a 16 toises de largeur aux angles flanqués, & celui qu'on fait devant le bastion intérieur, en a quatre. Les remparts ont un terreplein de quatre toises; non com-

pris l'épaisseur du parapet qui est de 3 toises.

Cet Auteur a des dehors qui lui sont particuliers, & dont on peut voir la construction dans son Livre.

REMARQUES

Sur le système du Comte de Pagan.

131. La méthode de fortifier du Comte de *Pagan*, a beaucoup d'avantages sur les précédentes.

Depuis l'invention de la poudre jusqu'à cet Ingénieur, les progrès de l'art de fortifier, sont pour ainsi dire, insensibles; mais il a sçu lui donner une face nouvelle. Quoique son système ne se pratique point tel qu'il l'a proposé, il est néanmoins certain, comme le dit son Commentateur, que les principes sur lesquels il est appuyé, ont beaucoup servi aux Ingénieurs qui ont ensuite donné de nouvelles constructions : car en les examinant avec attention, on trouve qu'ils n'ont presque fait que perfectionner ou corriger ce qui pouvoit être défectueux dans une premiere idée que le Comte de *Pagan*

n'eut jamais ni le tems, ni l'occasion de rectifier (*a*).

C'est à ce sçavant Ingénieur qu'on doit les idées exactes sur le feu direct, par lequel il faut que les différens ouvrages de la fortification se défendent réciproquement. Il a aussi reconnu le premier les inconvéniens des flancs perpendiculaires à la courtine, & des petits bastions dont on se servoit anciennement : il a trouvé des moyens plus simples & meilleurs que ceux de ses prédécesseurs pour défendre la brêche & le fossé du bastion, par une artillerie assez nombreuse pour retarder long-tems les travaux de l'ennemi.

132. Les principaux avantages de ce systême sont, 1°. que la construction en est très-aisée & très-générale, & qu'elle s'applique également aux polygones réguliers & irréguliers.

133. 2°. Que les flancs de ses bas-

(*a*) M. le Maréchal de *Vauban* convenoit lui-même qu'il s'étoit utilement servi des écrits de M. de *Pagan*, & il est aisé de s'en appercevoir dans ses constructions. Voyez la *Description de Paris*, par M. *Piganiol de la Force*, tom. IV, pag. 489.

tions sont plus grands que dans les systêmes précédens, & qu'étant d'ailleurs perpendiculaires aux lignes de défense, ils mettent le soldat en état de tirer devant lui pour défendre la face & le fossé du bastion opposé. Il faut pourtant convenir que dans cette position, ils ont le défaut d'être trop exposés aux batteries de l'ennemi, & que les flancs de M. de *Vauban* qui font l'angle du flanc un peu moins ouvert que celui de M. de *Pagan*, défendent aussi avantageusement le bastion, sans avoir le même inconvénient que ceux de cet Ingénieur.

134. 3°. Le bastion intérieur, que cet Auteur construit dans ses bastions, est un excellent retranchement pour les défendre jusqu'à la derniere extrêmité. Il y a lieu de présumer que M. de *Vauban* a pris la premiere idée de ses tours bastionnées de cette espece de retranchement du Comte de *Pagan*.

135. 4°. Pour ce qui concerne les casemates, M. de *Pagan* a aussi enchéri sur les Auteurs qui l'ont précédé. Tous ont été d'avis de pratiquer proche du flanc, ou dans le

flanc même, un endroit particulier capable de contenir quelques pieces de canon pour défendre le fossé & la brêche. Pour cet effet ils ont imaginé les casemates ou places basses dans leurs flancs: mais, comme le remarque l'Auteur des *Travaux de Mars*, parce que le recul des longs affuts de leurs canons les obligeoit à tenir leurs casemates trop enfoncées, il arrivoit que les gorges de leurs bastions devenoient trop petites, & qu'elles ne fournissoient pas assez de terrein pour s'y retrancher & pour s'y défendre avec avantage. M. de *Pagan*, pour corriger ce défaut, augmenta la capacité de ses bastions: il leur donna des demi-gorges assez grandes pour servir à la construction de son retranchement intérieur, & à l'emplacement de ses trois flancs en amphithéâtre, ou les uns au dessus des autres. Ces flancs peuvent contenir 13 pieces de canon, parmi lesquels il y en a trois qui étant les premieres de chaque flanc proche l'épaule du bastion, se trouvent entierement cachées à l'ennemi, & qui servent à défendre le fossé & à battre de revers

dans la brêche. Ces casemates sont d'ailleurs construites avec beaucoup plus d'intelligence que celles des Ingénieurs précédens. Le *Chevalier de Ville* & l'Ingénieur *Errard*, font leur flanc couvert, ou leur orillon, en prolongeant la face du bastion. Par cette construction ce flanc devient plus petit que le flanc simple ou plat : mais le Comte de *Pagan* faisant rentrer les casemates dans le bastion, son flanc couvert devient plus grand que le plat. Il l'augmente encore en brisant la courtine à l'angle du flanc, & en la continuant dans le bastion suivant le prolongement de la ligne de défense. Il a été depuis imité en cela par M. de *Vauban*, qui brise également sa courtine pour la construction du flanc couvert : mais comme il le fait rentrer en ligne courbe dans le bastion, il lui donne quelques pieds de plus que s'il étoit plat ; ce qui lui procure l'avantage d'avoir des merlons plus larges, & par conséquent plus solides que si ce flanc étoit en ligne droite.

Comme la plûpart des découver-

tes qui paroissent d'abord les plus heureuses, ont souvent dans la suite des inconvéniens qui en balancent les avantages, on a trouvé aussi que les casemates du Comte de *Pagan* étoient trop découvertes, trop serrées, & trop exposées au canon & aux bombes de l'ennemi. Elles auroient cependant pu servir très-utilement dans le tems de leur invention, où le peu d'adresse des Bombardiers ne devoit pas donner beaucoup d'inquiétude : mais l'artillerie ayant été depuis portée à une plus grande perfection, on tire les bombes aujourd'hui avec tant de précision, qu'il seroit impossible de demeurer dans des espaces aussi étroits que le sont les différens flancs ou casemates du Comte de *Pagan*.

136. M. le Maréchal de *Vauban* ayant vu la grande quantité d'artillerie qu'exigeoit la briéveté qu'on vouloit donner aux siéges de son tems, jugea les flancs bas ou les casemates trop foibles pour résister à cette artillerie. Il se contenta, pour défendre la brêche, de conserver un canon caché à l'ennemi, ainsi qu'on l'a expliqué dans la cons-

truction de l'orillon : mais les bombes qu'on prodigua de plus en plus dans l'attaque des places, lui firent sentir la nécessité de couvrir ce canon plus exactement; c'est ce qu'il fit dans les tours bastionnées de *Landau* & du *Neuf-Brisack*, comme on le verra dans les systêmes suivans.

Il suit de ces différentes observations, que si l'on veut aujourd'hui des casemates, (& l'on doit convenir que sans elles la défense des places ne peut être que très-médiocre) il les faut plus spacieuses que celles de M. de *Pagan*; il faut aussi qu'elles soient voûtées à l'épreuve de la bombe, comme le sont les souterreins des tours bastionnées de M. de *Vauban*, sans quoi il seroit bien difficile d'y demeurer, vu l'excessive profusion avec laquelle on emploie à présent les bombes dans les siéges. On prétend qu'au dernier siége de Tournay en 1745, on en a jetté près de 45000 dans la citadelle.

Le premier systême de M. de *Vauban* devroit, dans l'ordre naturel, suivre ici celui de M. *Pagan*, dont

il approche à plusieurs égards : mais comme nous en avons donné la construction au commencement de cet ouvrage, nous passerons à ses autres systêmes.

Cet illustre Ingénieur s'étant trouvé dans l'obligation de fortifier *Betfort*, place commandée de tous côtés, & où les bastions ordinaires auroient été enfilés, imagina une autre espece de fortification, que l'on appelle communément *son second systême*, où le systême de la fortification de *Landau*, parce qu'il fortifia ensuite cette ville suivant la méthode qu'il avoit pratiquée à *Betfort*.

Il a perfectionné cette seconde méthode dans la fortification du *Neuf-Brisack*. C'est cette troisieme construction que l'on nomme *son troisieme systême*.

V I.

Systême de la fortification de Landau, ou deuxieme systême de M. le Maréchal de Vauban.

Pl. 16. *Fig.* 1. 137. Soit *AB* le côté d'un exagone régulier. On supposera ce côté de 120 toises.

On prendra *AM* & *BK*, chacune de 4 toiſes : des poinrs *M* & *K* on élevera les perpendiculaires *MN*, *KF*, de 6 toiſes.

Du point *N* on abaiſſera ſur le rayon prolongé du polygone, la perpendiculaire *NT*. L'on fera *TG* égale à *TN*, & l'on tirera la ligne *NG*. L'on tirera de même la ligne *FL*, & l'on aura les petits demi-baſtions *GNM*, *KFL*, dont *AM* & *KB* ſont les demi-gorges, *MN* & *KF* les flancs, & *NG* & *FL* les faces. Ces petits baſtions ſont nommés *tours baſtionnées*.

Cela fait, par l'angle de l'épaule *N* & par l'angle flanqué *L* de la tour oppoſée, on tirera la ligne *NL*: l'on tirera de même la ligne *FG*.

Sur le côté intérieur *AB*, l'on prendra *AC* & *BD*, chacune égale au quart de *AB*, c'eſt-à-dire, de 30 toiſes; à chacun des points *C* & *D*, on élevera des perpendiculaires indéfinies *CQ* & *DP*.

On prolongera enſuite la capitale *BL* indéfiniment en dehors de la tour, & l'on portera ſur cette capitale prolongée, 39 toiſes de *L* en *R*.

Pl. 16, Fig. 1. On prolongera de même la capitale *AG*, & l'on fera aussi *GI* de 39 toises. Par le point *M* & le point *R*, on tirera *MR*, & par *K* & *I*, la ligne *KI*. Ces lignes couperont les perpendiculaires *DP*, *CQ* dans des points *P* & *Q*. On prendra *DV* & *CS*, chacune d'une toise, & l'on tirera les lignes *PV*, *QS*, que l'on terminera en *Z* & en *H*, où elles rencontrent les lignes *NL*, *FG*; l'on aura alors les demi-bastions détachés *IQH*, *RPZ*, dont *IQ* & *PR* sont les faces, & *QH* & *PZ* les flancs. Ces bastions détachés ainsi placés devant les tours bastionnées, sont nommés *contre-gardes* dans ce système & dans le suivant.

Pour faire le fossé des tours bastionnées, on prendra du point *H*, sur la ligne *HG*, *HO* de 10 toises : de l'angle flanqué *G*, & d'un intervalle de 7 toises, on décrira un arc vis-à-vis l'angle flanqué de la tour ; & du point *O* une tangente à cet arc, & le fossé de la tour *A* sera déterminé. On décrira de même celui de la tour *B*.

On pourra encore tracer le fossé en

menant une parallele à la face de la tour GN, *à la distance de* 7 *toises*, *& en prolongeant cette parallele jusqu'à ce qu'elle coupe la ligne* HG *dans un point* O.

Il sera à propos de se servir de cette derniere construction pour tracer le fossé de la tour, lorsque le polygone aura moins de côtés que l'exagone, afin qu'il ne soit pas plus étroit à l'épaule de la tour, qu'à son angle flanqué; mais dans l'exagone & les polygones au dessus, on pourra se servir de la premiere construction.

On décrira le fossé des contregardes, de la même maniere qu'on l'a enseigné dans le troisieme problême de la construction de l'enceinte d'une place forte, *n.* 79, observant seulement de lui donner 15 toises de largeur aux angles flanqués.

On construira des tenailles devant les courtines, comme on l'a vu dans le premier systême de M. le Maréchal de *Vauban.* Le côté intérieur de ces tenailles sera pris sur *HZ*.

Pour construire la demi-lune devant la tenaille, on donnera 45 ou 50 toises à sa capitale, & on en ali-

gnera les faces ſur celles des contregardes à 10 toiſes des angles de l'épaule.

On conſtruira un réduit dans la demi-lune : la capitale de ce réduit aura 15 ou 20 toiſes, & ſes faces ſeront menées parallelement à celles de la demi-lune.

Le foſſé de la demi-lune aura 12 toiſes de largeur, & celui du réduit 5 ou 6.

La conſtruction du chemin couvert & celle du glacis n'ont rien de particulier.

Le terreplein du rempart du corps de la place, & celui des contre-gardes, ſera de 6 toiſes; celui de la demi-lune de 4, & celui du réduit de 3.

Le parapet ſera par-tout de 3 toiſes, à l'exception de celui des tours baſtionnées qui eſt de maçonnerie, auquel on donne neuf pieds d'épaiſſeur.

REMARQUES.

1°. L'angle flanqué des tours baſtionnées eſt droit dans tous les polygones, excepté dans le quarré. On le

détermine

détermine dans ce polygone par l'interſection de deux arcs de cercle décrits des angles de l'épaule pris pour centre, & d'un intervalle ou rayon de 12 toiſes.

2°. La ligne *FG* fait voir que le ſoldat qui eſt en *F*, peut défendre l'angle flanqué *G* de la tour *GNM*, & par conſéquent que la face *GN* eſt défendue de tout le flanc *FK*.

3°. Les tours baſtionnées ſont cachées à l'ennemi par les contre-gardes ou baſtions détachés, conſtruits devant elles.

4°. On pratique dans l'intérieur des tours baſtionnées, un ſouterrein que l'on voûte à l'épreuve de la bombe. On perce aux flancs des tours, dans ce ſouterrein, deux embraſures qui ne ſont guere plus élevées que le niveau de l'eau du foſſé. Le canon placé dans cette partie, ne peut être ni vu ni démonté par celui de l'ennemi, ni par ſes bombes. Ces ſouterreins ſont d'un uſage excellent dans un tems de ſiége, pour mettre à couvert de la bombe les troupes, & les munitions de guerre & de bouche qui ſont dans la place.

Le terreplein ou la partie supérieure des tours est élevé de 18 pieds au dessus du niveau de la campagne. Le rempart des contre-gardes est de 4 pieds plus bas.

VII.

Troisieme systême de M. le Maréchal de Vauban, ou systême de la fortification du Neuf-Brisack.

138. Ce troisieme systême, comme on l'a déja dit, n'est que le second que M. de *Vauban* a perfectionné dans la fortification du *Neuf-Brisack.* On l'appelle quelquefois *fortification redoublée*, à cause de la double enceinte dont il est composé.

Pl. 16. Fig. 2. Pour le construire, soit *AB* le côté d'un octogone. Ce côté sera supposé de 180 toises dans tous les polygones.

Sur le milieu de *AB* on élevera en dedans le polygone, une perpendiculaire *CD*, à laquelle on donnera 30 toises, ou la sixieme partie de *AB*.

Par les points *A* & *B*, & par le point *D*, on tirera les lignes de défense indéfinies *ADM*, *BDL*.

On portera ſur ces lignes de *A* en *E*, & de *B* en *F*, 60 toiſes pour les faces des contre-gardes.

On poſera enſuite une pointe du compas au point *F*, & on l'ouvrira juſqu'à ce que l'autre pointe tombe ſur *E*; de *F* pris pour centre, & de l'intervalle *FE*, on décrira un arc qui coupera la ligne de défenſe *BL*: on prendra ſur cet arc *EG* de 22 toiſes & l'on tirera la ligne *EG*, qui ſera le flanc de la contre-garde. On déterminera le flanc *FH*, en décrivant du point *E* pris pour centre, & du même intervalle *FE*, ou *EF*, un arc qui coupe la ligne de défenſe *AM*, ſur lequel on portera également 22 toiſes.

Par les extrêmités *G* & *H* des flancs, on tirera une ligne *HG*, qu'on prolongera de part & d'autre juſqu'à la rencontre *S* & *T* des rayons du polygone.

On menera enſuite une ligne *RQ* parallele à *ST*, à la diſtance de 9 toiſes & en dedans le polygone, terminée par la rencontre des rayons de la place en *R* & en *Q*. Cette ligne ſera le côté intérieur ſur lequel les

tours bastionnées seront construites.

Pour former ces tours on prendra les demi-gorges *QR*, *MR* de 7 toises. Aux points *M* & *L*, on élevera perpendiculairement les flancs des tours, auxquels on donnera 5 toises ; & de l'extrêmité de ces flancs on menera des lignes aux points *S* & *T*, où la ligne *ST* rencontre les rayons de la place : ces lignes seront les faces des tours bastionnées. On prolongera les flancs des tours de 4 toises 3 pieds dans la place ; & l'on joindra le prolongement intérieur des flancs dans chaque tour par une ligne droite, dans le milieu de laquelle on laissera un passage de 9 pieds de large pour entrer dans la tour.

On prolongera aussi la perpendiculaire *CD* vers la place, & du point *K* où elle rencontrera le côté intérieur *QR*, on prendra *KN* de 5 toises. Par les points *L* & *M*, & par le point *N*, on tirera les lignes indéfinies *M*1, *L*2. On prolongera ensuite les flancs des contre-gardes vers l'intérieur de la place, jusqu'à ce qu'ils coupent les lignes *M*1, *L*2, aux points 1 & 2. On tirera la ligne 2, 1, qui sera la

partie rentrante de la courtine. Les parties *MP*, *LZ*, des lignes *M* 1, *L* 2 formeront le reste de la courtine. Les prolongemens *Z* 1, *P* 2, des flancs *EG*, *FH*, qui joignent la partie rentrante 1, 2 de la courtine, ou de la partie de l'enceinte entre deux tours, avec les parties *LZ*, *MP*, feront les flancs de cette courtine. C'est dans ces flancs que ce système différe principalement du précédent; ils servent à augmenter la défense des faces & du fossé des tours bastionnées.

On décrira le fossé des tours dans ce système, comme dans le précédent : on lui donnera la même largeur ; on construira aussi de la même maniere qu'on l'a enseigné dans ce système, une tenaille simple entre les contre-gardes.

Le fossé des contre-gardes se menera parallelement à leurs faces à la distance de 15 toises.

Pour construire les demi-lunes, on donnera 55 toises à leur capitale, & on en alignera les faces sur celles des contre-gardes, à 15 toises des angles de l'épaule.

On fera un réduit dans chaque

demi-lune ; la capitale de ce réduit aura 23 toises, & les faces en seront menées parallelement à celle de la demi-lune.

On fera des flancs aux demi-lunes : pour cet effet on portera 10 toises sur leurs faces du point où elles rencontrent la contrescarpe de la place : & de ce même point on portera 7 toises sur cette contrescarpe. La ligne qui joindra le point extrême des 10 toises portées sur la face avec le point extrême des 7 toises portées sur la contrescarpe, sera le flanc de la demi-lune.

On donnera aussi des flancs aux réduits, en portant de la même maniere 4 toises sur leurs faces, & 3 toises sur la contrescarpe.

La largeur du fossé de la demi-lune est de 12 toises. Ce fossé est parallele à ses faces. Le fossé du réduit est de même parallele à ses faces ; mais il n'a que 5 toises de largeur.

Le chemin couvert & le glacis n'ont rien de particulier ; ainsi ils se traceront comme on l'a déja enseigné.

Le terreplein du rempart de la place sera de 6 toises, y compris la largeur de la banquette. Celui des contre-gardes sera de la même largeur. Le terreplein du rempart des demi-lunes sera de 4 toises, compris la largeur de la banquette, & celui des réduits seulement de 3 toises.

Le terreplein des tours bastionnées est élevé de 16 pieds au dessus du niveau de la campagne. Celui des contre gardes de 12 pieds, de même que celui des courtines de la place. Le terreplein du rempart de la tenaille est au niveau de la campagne. Celui du réduit est élevé de 9 pieds, & celui de la demi-lune de 6 pieds.

Les contre-gardes, les tenailles & les demi-lunes sont à demi-revêtement, comme on l'a déja dit ailleurs. Dans l'endroit où se termine ce revêtement, on laisse une berme de 10 pieds de large, & le rempart est revêtu de gazon depuis le côté intérieur de la berme jusqu'à la partie supérieure du parapet.

Sur le bord extérieur de cette berme on plante une haie vive, & derriere cette haie un rang de palissades,

afin qu'on ne puisse pas aisément de la partie supérieure du revêtement s'insinuer dans ces ouvrages; & réciproquement que de ces ouvrages on ne puisse se glisser dans le fossé (a).

Le parapet des tours est de maçonnerie, il a 8 pieds d'épaisseur, & 6 de hauteur.

On pratique des souterreins dans ces tours, comme dans celle du précédent systême. Ces souterreins sont même plus grands, parce que les tours sont plus grandes.

Au centre des tours, & un peu au dessus du niveau du fossé, on pratique un magasin à poudre, voûté à l'épreuve de la bombe; à côté de ce magasin on fait d'autres souterreins le long des faces & des flancs de la tour; à ceux des flancs on y pratique deux embrasures. A côté de l'angle du flanc des tours, il y a des poternes pour communiquer avec les contre-gardes. Le passage pour entrer dans les souterreins des tours, est au pied du rempart, vis-à-vis le centre

(a) Voyez planche treize, figure quatre, le profil d'une contre-garde de ce systême.

des

des tours. Il est voûté, & il a 12 pieds de largeur.

Dans le milieu des courtines, où il n'y a point de portes, on fait une poterne pour communiquer aux tenailles; on y descend par un souterrein voûté. On fait aussi des souterreins vis-à-vis les flancs pratiqués dans la courtine, dans chacun desquels on perce une embrâsure; ce qui donne un flanc supérieur, & un inférieur dans ces endroits comme dans les tours bastionnées. On construit aussi des souterreins dans les flancs pour communiquer avec les tenailles.

Le front *AB*, (*planche* 17) représente le plan de ces souterreins avec celui de la maçonnerie des revêtemens, contreforts, &c. Ceux qui voudront voir une description plus détaillée de ce systême, pourront consulter le sixieme Livre *de la Science des Ingénieurs*, par M. *Belidor*.

REMARQUES

Sur les deux derniers Systêmes de M. le Maréchal de Vauban.

Les méthodes employées par M. le

Maréchal de *Vauban* dans ses deux derniers systêmes, ont beaucoup d'avantages sur sa premiere construction.

1°. Ses contre-gardes ou bastions détachés peuvent être défendus jusqu'à la derniere extrêmité, sans exposer la place à être prise d'assaut. L'établissement des logemens dans ces ouvrages, est fort meurtrier, étant fait sous le feu des tours, qui découvrent l'ennemi de front & de flanc : ainsi la premiere enceinte de cette fortification est susceptible d'une plus longue, plus vigoureuse & plus opiniâtre défense que ne le sont les fortifications ordinaires.

2° L'ennemi étant parvenu à s'établir sur les contre-gardes, il lui est fort difficile d'y construire des batteries pour battre les flancs des tours, & faire breche à leurs faces, à cause du feu de ces ouvrages qui plonge de tous côtés dans les contre-gardes. Le passage du fossé des tours est défendu de la partie supérieure des tours voisines, & du canon placé dans leurs casemates ou souterreins, que l'ennemi ne peut absolument

démonter qu'il n'ait ruiné les flancs de ces tours. Ce passage est encore défendu d'une grande partie de la courtine & de ses flancs ; ce qui le rend très-long & très-périlleux.

3°. Les tours bastionnées procurent aussi à la place un avantage considérable par leurs souterreins voûtés à l'épreuve de la bombe, qui servent à mettre la garnison & les munitions de guerre & de bouche à couvert dans un tems de siege.

4°. Les tours bastionnées peuvent convenir à toutes sortes de places ; mais principalement à celles qui sont commandées ou entourées de hauteurs. Elles donnent beaucoup plus de facilité à se couvrir contre ces commandemens, que les bastions ordinaires, avec les différentes traverses qu'on peut y construire.

5°. Il est évident par la construction des tours bastionnées, qu'elles se défendent réciproquement les unes & les autres, & que l'ennemi ne peut les battre qu'après qu'il s'est rendu entierement le maître des contre-gardes qui les couvrent.

6°. Le peu d'ouverture que donne

la brêche faite aux tours, & les commodités que procurent leurs souterreins pour la défendre, mettent l'assiégé en état de la disputer longtems, & d'empêcher le progrès du mineur ennemi : ainsi les tours bastionnées peuvent servir beaucoup à illustrer un Gouverneur qui sçaura profiter de tous les avantages qu'elles sont en état de lui fournir. M. de *Folard* les appelle des *coupe-gorges*, parce qu'en effet il seroit très-difficile de s'en rendre maître & de s'y établir solidement, si elles étoient défendues avec l'intelligence d'un *Vauban* ou d'un *Valiere*.

Malgré ces différens avantages & plusieurs autres qui on fait regarder les derniers systêmes de M. de *Vauban*, & particulierement celui du *Neuf-Brisack*, comme la fortification la plus parfaite de l'Europe, on y trouve néanmoins différens défauts qui sont :

1°. La dépense excessive de cette fortification, qui est presque le double de celle des autres.

2°. Que la retraite des contregardes est fort difficile, lorsqu'on est

pressé de trop près par l'ennemi : on ne peut la faire que par les ponts à fleur d'eau, qui sont à côté des flancs des tours : mais outre qu'il est aisé de manquer ces ponts pendant la nuit, ils peuvent d'ailleurs se rompre par la trop grande charge des troupes qui cherchent à passer dans le même tems.

3°. A l'égard des tours bastionnées, on prétend que malgré les soupiraux des souterreins qui percent la voûte à la gorge de ces tours, la fumée des amorces s'y conserve en telle quantité, qu'après trois ou quatre coups de canon, il n'est pas possible d'y demeurer sans s'exposer à être étouffé.

Ce même inconvénient avoit engagé autrefois les Ingénieurs à faire leurs casemates découvertes ; mais l'usage des bombes n'en permettant plus de cette espece, c'est aux maîtres de l'art à chercher quelque expédient pour remédier à l'incommodité de la fumée.

On a trouvé le *Ventilateur* (*a*)

(*a*) Le *Ventilateur* est un instrument pro-

pour renouveller l'air des mines, des prisons, du fond des vaisseaux, &c. ne pourroit-on pas s'en servir également pour se délivrer de la fumée dans les souterreins des places de guerre ?

VIII.

De la Fortification de M. de Coehorn.

139. M. *Mennon*, Baron de *Coehorn*, Général d'Artillerie, Lieutenant Général d'Infanterie, & Directeur général des Fortifications des *Provinces Unies*, s'est rendu si célebre par son habileté dans l'art de fortifier, qu'on ne doit point ignorer quelles sont ses idées particulieres sur la fortification. La connoissance en est d'autant plus intéressante que le siege de *Berg-op-zoom*, ville fortifiée par ses soins, a été une des entreprises de la guerre terminée en

pre à renouveller l'air d'un endroit renfermé, soit en y introduisant d'une maniere insensible un air nouveau, soit en pompant l'ancien, qui est aussi-tôt remplacé par celui de dehors. *Voyez* la description de cet instrument traduite de l'Anglois de M. *Hales*, par M. *Demours*.

1748, qui a le plus réveillé l'attention du public.

Ce n'eſt pas que les fortifications de *Berg-op zoom* ſoient conformes aux méthodes que cet Auteur propoſe dans ſa *Nouvelle maniere de fortifier* (*a*), celles ci ſont beaucoup plus compoſées ; mais on y retrouve néanmoins le fond des conſtructions qui caractériſent les ſyſtêmes de cet Ingénieur.

M. de *Coehorn* étoit contemporain de M. de *Vauban*, comme on l'a vu dans la note de la quatrieme remarque du *n.* 116.

On apperçoit dans ſon Livre la peine que lui cauſoit la grande ré-

(*a*) Il y a déja eu trois éditions de cet ouvrage ; mais il eſt à ſouhaiter qu'on en faſſe une quatrieme plus intelligible que les autres. Car malgré les ſoins du dernier traducteur, (M. de *Coehorn*, a écrit dans ſa langue naturelle, c'eſt-à-dire, en Hollandois) qui a rendu la troiſieme édition beaucoup meilleure que les précédentes, il n'eſt pas toujours aiſé de découvrir le ſens de l'Auteur ; ce qui rend la lecture de ſon ouvrage fort pénible & fort déſagréable, & ce qui eſt cauſe ſans doute que peu de gens ſe donnent la peine de l'entendre.

putation de cet homme illustre, par l'affectation continuelle & peu décente avec laquelle il déprime sa maniere de fortifier.

Il est certain que ce Livre & ses ouvrages de fortification, tel que le Fort *Guillaume* ou d'*Orange*, qui fut admiré de M. de *Vauban*, après qu'il l'eut emporté, sont des preuves non équivoques de la science & du génie de cet Auteur. Il mérite avec justice le titre d'homme très-célebre dans son art : mais on peut convenir de ses talens, sans craindre d'affoiblir ou d'intéresser la gloire de M. de *Vauban*, que toute l'Europe a regardé comme le plus grand Ingénieur de son siecle.

On a donné dans la cinquieme édition de cet ouvrage, dont celle-ci est une espece d'abrégé, une description détaillée du premier systême de M. de *Coehorn*, qui renferme à peu près l'essentiel de ce qu'il se propose dans les derniers (*a*) : on pourra y avoir recours.

(*a*) Cet Auteur donne dans son Livre trois différentes méthodes ; mais toutes pour des terreins peu élevés au dessus du niveau de l'eau : savoir, la premiere pour un terrein

On trouvera dans sa construction les maximes de la fortification très-bien observées, & que son objet a été d'arrêter l'ennemi à chaque pas par de fréquentes sorties.

Tous ses ouvrages ont des galeries sous le rempart, qui en découvrent l'intérieur : les communications en sont sûres & bien ménagées ; ce qui lui donne l'avantage d'en soutenir la défense jusqu'à la derniere extrêmité.

Le terreplein de tous les remparts de ses dehors, n'a que la largeur nécessaire pour le service des troupes qui les défendent, afin que l'ennemi n'y trouve point assez de terre pour se *loger*, c'est-à-dire, pour se mettre à l'abri des coups des ouvrages & des galeries qui les commandent & qui les découvrent de tous côtés ; ce qui rend l'établissement des logemens

de 4 pieds au dessus de l'eau, la seconde pour un de 5, & la troisieme pour un de 5 ; ce qui fait voir qu'il a eu égard à la nature du terrein des Provinces-Unies, qui n'a guere que ces élévations au dessus de l'eau, & qu'ainsi elles peuvent convenir particulierement aux terreins bas & aquatiques.

très long, très-difficile & très-meurtrier.

Ses chemins couverts sont beaucoup plus larges que ceux des autres Ingénieurs. Il n'y met point de traverse (*a*) ; mais il en défend les branches par de grandes places d'armes

(*a* Les traverses sont nécessaires dans le chemin couvert, pour arrêter ou diminuer l'effet des batteries à ricochet, Lorsque M. de *Coehorn* inventa son systême, ces batteries n'étoient point encore en usage ; c'est ce qui est évident par la date de la premiere édition de son Livre en 1685 auquel tems M. le Maréchal de *Vauban* n'avoit point encore employé les batteries à ricochet, qui ne datent que du siége de *Philisbourg* en 1688, comme nous l'avons déja observé. Il y a apparence que si elles avoient été en usage, M. de *Coehorn* auroit donné une disposition différente à son chemin couvert, ou qu'au moins il n'en auroit pas supprimé les traverses. Il faut pourtant convenir que depuis que le ricochet est connu, il s'est trouvé des Auteurs qui ont blâmé les traverses du chemin couvert, parce que le feu de cet ouvrage est interrompu dans la partie qu'elles en occupent : mais c'est un inconvénient auquel il est aisé de remédier, comme le fait M. *Rosard*, dans son systême de fortification. Il ne s'agit pour cela que d'élargir le passage entre le parapet du chemin couvert & la traverse, de maniere que la

aux angles rentrans, qui ont un réduit de maçonnnerie percé de crénaux, &c.

M de *Coehorn* a mérité les éloges non-seulement de M. de *Vauban*, mais encore des plus habiles Ingénieurs modernes; voici ce que le *Chevalier de Saint-Julien* dit à ce sujet dans son *Architecture Militaire.* On le rapporte d'autant plus volontiers, qu'il pourra servir a donner une idée de la fortification effective de M. de *Coehorn.*

« L'idée de M. de *Coehorn*, dit » cet Ingénieur, m'est peu connue, » sinon par ses ouvrages de *Nimegue* » & de *Berg-op-zoom* (*a*); & quoi- » qu'il l'ait voulu expliquer dans son

banquette puisse être continuée dans cette partie, & former un même plan avec celle du côté intérieur de la traverse.

(*a*) On voit par-là que M. de *Coehorn* a fait travailler a ces villes: cependant on dit dans le *Parfait Ingénieur François*, que *Manheim* est la seule place où l'on trouve de ses ouvrages. Cette petite erreur de l'Auteur du Livre qu'on vient de citer, paroît d'autant plus singuliere, qu'il avoit lu avec soin celui du *Chevalier de Saint Julien*, & qu'il en rapporte les systêmes de fortification.

» Traité de Fortification qu'il a don-
» né au public, on voit cependant
» que cela a peu de rapport avec ce
» qu'il fait tous les jours, dont le
» dessein est beaucoup plus simple.
» Son but, à ce que j'ai pu en juger
» par ses ouvrages réels, est d'éloi-
» gner l'ennemi, autant qu'il peut,
» du corps de la place, de l'arrêter
» même au-delà du glacis, par quan-
» tité de petits *ravelins* dispersés de
» côté & d'autre, qu'on appelle au-
» jourd'hui *lunettes*. L'on voit de
» plus à *Berg-op-zoom* une galerie
» pour commander la brêche de re-
» vers & (*a*) frapper l'ennemi à dos,
» & cet ouvrage lui est particulier.
» Du reste, comme il est Ingénieur
» parfait, dit toujours M. le *Cheva-*

(*a*) Il n'est fait aucune mention de cette galerie & de ses usages dans le Journal du siége de *Berg-op-zoom*, par M. *Eggers*. Ce Journal, quoique fait par un Officier de mérite & fort appliqué, laisse bien des choses à désirer sur le détail de ce fameux siége, qui, comme celui du *Fort Saint Philippe*, dans l'Isle de *Minorque*, fait tant d'honneur à la valeur Françoise. La galerie dont il s'agit ici, est construite derriere la contrescarpe dans l'intérieur du chemin couvert.

» *lier de Saint-Julien*, il a suivi les » plus parfaites maximes de cet art, » faisant ses gorges très-grandes, & » ses flancs fort spacieux, mais qu'il » couvre cependant d'un orillon plus » fort & plus capable que les autres, » où il met une partie de ses fusi- » liers, sans se soucier beaucoup » d'alonger sa ligne de défense d'un » bastion à l'autre, & de la raccour- » cir par une tenaille dans le fossé. » Au reste on doit lui donner cette » louange d'être, *tant pour l'attaque* » *que pour la défense, l'un des plus* » *grands hommes de ce siecle* ».

IX.

Du Tracé des Ouvrages de la Fortification.

140. Comme on ne doit s'appliquer aux fortifications qu'après avoir appris au moins la Géométrie pratique, on pourroit se dispenser d'en donner ici le tracé sur le terrein : car ceux qui possedent bien cette Géométrie, n'ont pas besoin de préceptes pour faire sur le terrein les mêmes opérations que sur le papier,

Mais comme il arrive trop ſouvent qu'en apprenant la Géométrie, on en néglige la pratique, on s'eſt déterminé à donner dans les problêmes ſuivans, un précis du tracé dont il s'agit, qui pourra ſervir à faire comprendre le détail de cette opération.

PROBLÊME I.

141. *Tracer un polygone ſur le terrein.*

Il n'eſt guere poſſible de décrire exactement ſur le terrein un aſſez grand cercle pour y inſcrire un polygone dont les côtés aient la grandeur néceſſaire pour être fortifiés. Il faut ſe borner à tracer le polygone, ou par les triangles que forment les rayons obliques, ſi le centre eſt entierement libre, ou en décrivant imparfaitement ſa circonférence par le moyen des angles qui lui conviennent.

Pl. 18. *Fig.* 1. Soit, par exemple, le pentagone régulier *ABDE*, &c. deſſiné ſur le papier qu'on veut tracer ſur le terrein.

On marquera exactement la gran-

deur du rayon oblique *AC* ou *CD*, & celle du côté *AB*.

Pour cet effet si l'on suppose que *AB* soit de 180 toises, on fera une échelle avec ce côté, laquelle servira à faire connoître la valeur du rayon *AC*, ou bien l'on trouvera cette valeur par la Trigonométrie.

Cela posé, on se mettra au point *c*, choisi pour le centre du pentagone sur le terrein, & avec le *graphometre* ou *demi-cercle*, on fera les angles du centre *acb*, *bcd*, &c. de 72 degrés, c'est-à-dire, de la valeur qu'ils ont dans le pentagone. On donnera aux rayons *ca*, *cb*, &c. le nombre des toises qui leur convient, & par leurs extrêmités on tirera les côtés *ab*, *bd*, &c. *Pl. 18, Fig. 2.*

Si le centre du polygone n'est pas entierement libre, on tirera le rayon oblique *ca*, & l'on fera l'angle *cab* de 54 degrés, ou de la moitié de l'angle de la circonférence du pentagone. On donnera à *ab* la longueur du côté du polygone, c'est-à-dire, 180 toises dans cet exemple On fera au point *b* avec *ab* l'angle *abd* de 108 degrés, & l'on prendra *bd* égal

à *a b*. On continuera la même opération aux points *d*, *e*, &c. & l'on aura le pentagone proposé.

Il est évident qu'on pourra tracer de la même maniere sur le terrein tout autre polygone régulier.

Si l'on n'a point d'instrument pour faire sur le terrein des angles de telle quantité de degrés qu'on voudra, on pourra y suppléer par la méthode suivante.

Pl. 18. *Fig.* 3. On tirera sur le papier une ligne *AB* à volonté, qu'on supposera de 5 ou 6 toises, & avec laquelle on fera une échelle de cette même quantité de toises.

On fera avec le rapporteur l'angle *BAC* du nombre des degrés que doit avoir l'angle à tracer sur le terrein. On donnera à *AC* un nombre de toises de l'échelle à peu près égal à celui de *AB*, & l'on tirera *BC*: on verra après sur l'échelle quelle sera la grandeur de *BC*, & l'on aura le triangle *ACB*, qui étant tracé sur le terrein, donnera l'angle *A*, opposé au côté *BC* de la quantité demandée.

REMARQUE.

REMARQUE.

Pour que cette opération soit exacte, il faut que les toises de l'échelle soient prises assez grandes pour les diviser au moins en pieds.

Application de cette méthode au tracé du pentagone précédent.

Soit supposé l'angle *CAB* de 54 degrés, c'est-à-dire, égal à la moitié de celui de la circonférence du pentagone, & soit toujours *ca* le rayon oblique de ce polygone sur le terrein, pour faire au point *a* avec *ac* l'angle *cab* égal à *CAB*. *Pl. 18. Fig. 2 & 3.*

On prendra *ag* d'autant de toises du terrein, que la ligne *AC* en contient de celles du papier, & l'on plantera un piquet en *a* & en *g*. Puis avec un cordeau, dont la longueur sera égale aux toises de *AB*, on décrira de *a* pris pour centre, un arc indéfini vers *m*. Ensuite du point *g* pris aussi pour centre, & de la longueur d'un autre cordeau qui contienne en toises du terrein la valeur de *CB*, on décrira un autre arc qui coupera le premier au point *m*. Par *a*

& par *m* on tirera la ligne *a m* prolongée indéfiniment vers *b*, laquelle fera avec *ca* l'angle *cab* égal à *CAB*. On donnera à cette ligne la longueur du côté du polygone, c'est-à-dire, 180 toises dans cet exemple.

On décrira de la même maniere les autres angles du polygone.

PROBLÊME II.

142. *Un polygone régulier étant donné sur le terrein, décrire le premier trait de la Fortification, suivant le premier systême de M. le Maréchal de Vauban.*

Il faut commencer par dessiner très-exactement sur le papier un polygone régulier de même nombre de côtés que le proposé sur le terrein; le fortifier selon la méthode du premier problême, (n° 70) & trouver ensuite la grandeur des angles & des lignes de la fortification, comme on l'a enseigné n° 87.

Pl. 18, Fig. 4. Cette préparation étant faite, si l'on suppose que *AB* soit un des côtés du polygone proposé, on fera avec *AB* l'angle *BAC* égal à l'angle

diminué tracé sur le papier, & l'on prolongera le côté *AC* jusqu'à ce qu'il soit égal à la ligne de défense. On plantera un piquet en *C*, c'est-à-dire à l'extrêmité de cette ligne, sur laquelle on prendra *AD* de 50 toises pour la face du bastion, & l'on mettra un piquet en *D*.

On fera les mêmes opérations au point *B*, pour déterminer la ligne de défense *EB* & la face *BF*.

On tirera ensuite les lignes *DE*, *EC* & *CF*, & l'on aura le front de fortification demandé. On tracera de la même maniere les autres fronts du polygone.

Il y a plusieurs autres méthodes de tracer le premier trait de la fortification sur le terrein; mais celle qu'on vient d'expliquer est une des plus simples & des plus aisées.

REMARQUES.

1°. Si l'on veut examiner si le tracé est exact, il faut du sommet *I* de l'angle flanquant *AIB*, tirer au milieu de *AB* la perpendiculaire *IL*, & examiner si elle contient le même nombre de toises que celle du plan

deſſiné ſur le papier ; l'égalité des toiſes de ces deux lignes ſera une preuve de la juſteſſe de l'opération : ſi elles different entr'elles d'une grandeur ſenſible, il faudra recommencer le tracé, & donner toute l'attention néceſſaire pour rectifier les erreurs de la premiere opération.

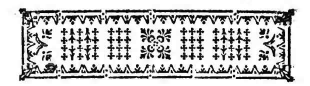
2°. Si l'on veut tracer la fortification par le polygone intérieur *GH*, on prendra les demi-gorges *CH* & *GE*, de la quantité de toiſes qu'elles ſe trouvent avoir ſur le plan. On fera enſuite les angles flanquans intérieurs *GCA*, *HEB*, égaux aux mêmes angles du plan, ainſi que les lignes de défenſe *CA* & *EB*. Prenant après cela ſes faces *AD*, *BF* de 50 toiſes, & tirant les flancs *DE*, *CF*, on aura le front *AB* tracé. On pourra tracer les autres fronts de la même maniere, & vérifier l'opération comme on vient de l'enſeigner ci-devant.

Le tracé du foſſé, du chemin couvert, du glacis, des dehors, du rempart, du parapet, &c. ne ſera ſuſceptible d'aucune difficulté à ceux

qui auront bien compris le détail qu'on vient de donner sur celui de la ligne magistrale. C'est pourquoi, au lieu de s'arrêter plus long-tems sur cette matiere, on va passer à la fortification irréguliere qui nous reste à expliquer.

Fin de la troisieme Partie.





ÉLÉMENS DE FORTIFICATION.

QUATRIEME PARTIE.

De la Fortification irréguliere.

I.

Observations générales sur cette Fortification.

143. La partie la plus nécessaire & la plus généralement utile de l'art de fortifier, est celle qui traite de la fortification irréguliere. Elle est presque la seule d usage, parce qu'il est rare de trouver des places dont l'enceinte forme un polygone régulier,

qui ait ses côtés à peu près de l'étendue prescrite dans la fortification réguliere.

Comme dans cette derniere fortification on n'est gêné par aucune circonstance, c'est-à-dire, qu'on suppose le terrein de la place uni ou régulier, on arrange toutes les parties de l'enceinte de la place, de la maniere qu'on croit la plus avantageuse à sa défense. C'est pourquoi les regles qu'on suit alors, servent ensuite de principes pour la fortification irréguliere, qui se trouve d'autant plus parfaite, qu'elles y sont plus exactement observées.

On voit par-là qu'il faut nécessairement commencer l'étude de l'art de fortifier par la fortification réguliere, afin de pouvoir appliquer tout ce qui est prescrit aux différentes enceintes des villes irrégulieres.

La fortification réguliere est préférable à l'irréguliere, en ce que la défense s'y trouve égalemeut distribuée ou partagée, au lieu que dans cette derniere, la nature du terrein de la place, & la bisarrerie de son enceinte, causent souvent des diffé-

rences essentielles dans la force de ses côtés. Il s'en trouve de grands & de petits qu'on ne peut fortifier également, ou rendre capables de la même résistance. L'ennemi s'attache à découvrir les plus foibles, & quand il y est parvenu, les côtés les mieux fortifiés ne produisent aucun avantage particulier à la défense. Il est vrai que les Ingénieurs cherchent à suppléer par les *dehors* à la foiblesse des fronts de la place : mais il est très-difficile de réussir à les rendre également forts ; les places les mieux fortifiées en fournissent plusieurs exemples.

Il y a bien des choses à considérer dans la fortification des places.

1°. Cette fortification doit être relative à l'objet auquel la ville est destinée, & à l'argent qu'on veut ou qu'on peut y employer.

2°. Si la place qu'on veut fortifier est éloignée des autres places fortes du même Etat, & si la communication avec ces places est difficile, elle doit contenir tous les magasins nécessaires, afin d'avoir toujours une assez grande quantité de munitions de guerre & de

de bouche pour soutenir un siege ; car une telle place pourroit en être menacée & attaquée avant qu'il fût possible de l'approvisionner assez promptement, pour la mettre en état de faire une longue résistance.

3°. Si la place doit servir d'entrepôt ou de magasin à plusieurs places voisines, elle doit être encore très-exactement fortifiée, de peur que l'ennemi ne cherche à s'en emparer pour profiter des munitions qui y sont enfermées, & qu'il ne se serve ensuite de ces munitions pour l'attaque des villes voisines.

4°. Une place à portée de recevoir du secours & des munitions des places voisines, ne demande pas la même attention dans ses fortifications, que les précédentes : on peut user de plus d'économie dans la dépense, à moins qu'on ne soit en état de ne rien ménager, auquel cas il faut convenir qu'on ne peut fortifier une place avec trop de soin. Mais comme il est bien difficile de fournir aisément aux dépenses excessives que coûtent les fortifications, il semble qu'on doit partager les fonds qu'on

y destine proportionnément à la situation & à l'importance des places.

Quelqu'utiles que soient les villes fortifiées, on ne doit pas en augmenter le nombre sans nécessité.

1°. Pour éviter la dépense qu'elles exigent, & 2°. parce qu'il faut employer pour leur garde des troupes qui serviroient à augmenter les armées.

On peut appliquer aux places fortifiées d'un Etat, la premiere maxime de la fortification, c'est-à-dire, qu'elles doivent être disposées de maniere qu'elles ferment les passages les plus favorables à l'ennemi pour pénétrer dans le pays.

De cette considération, il s'ensuit que leur fortification doit dépendre de l'importance du passage qu'elles servent à boucher, & des forces du Prince le plus à portée de les attaquer.

Les villes situées sur des montagnes, dont on ne peut approcher que par des chemins difficiles, peu favorables au transport de l'artillerie, n'ont pas besoin des mêmes fortifications que celles qui sont en rase

campagne, où les canaux & les rivieres donnent la commodité de former les siéges avec une grande quantité d'artillerie.

Ainsi les places situées dans les *Pyrénées* & les *Alpes*, ne doivent pas être fortifiées de la même maniere que celles de la *Flandre* & de la *Hollande*, où l'on trouve toutes sortes de facilités pour voiturer l'artillerie.

Les livres ne nous ont encore rien donné de satisfaisant sur cette matiere; cependant, sans l'examen de ces différens objets, on peut se laisser engager à faire des dépenses considérables à des places deja capables d'une bonne défense, tandis qu'on négligera des lieux où cette même dépense seroit employée bien plus utilement.

On peut ajouter à ces observations, que le trop grand nombre d'ouvrages aux places de guerre peut être susceptible de plusieurs inconvéniens. Il faut des garnisons composées d'un grand nombre de troupes pour les défendre; ce qui exige des munitions de guerre & de bouche pour un tems considérable. Si

la situation des affaires ne permet pas de grands approvisionnemens, la quantité des ouvrages de la fortification contribuera alors à faire rendre la place plus promptement; car si la garnison est petite, elle ne pourra soutenir ce grand nombre d'ouvrages, & si elle est grande, les munitions décideront de la résistance qu'elle pourra faire. D'où l'on peut conclure que dans la pratique il n'est pas toujours avantageux de multiplier les travaux de la fortification autant qu'on le peut, sur-tout dans les lieux déja en état de faire une bonne défense.

On ne doit point fortifier les places intérieures des grands Etats; car n'étant point exposées aux attaques de l'ennemi étranger, elles ne pourroient servir qu'à faciliter ou occasionner les séditions & les guerres civiles: les mécontens s'en étant emparés, pourroient s'y soutenir longtems contre leur Prince légitime; c'est de quoi l'on a plusieurs exemples en France dans les guerres de religion.

144. On n'a pas dessein d'entrer

ici dans l'examen de tout ce qui peut concerner la fortification des places irrégulieres, relativement à leurs différentes irrégularités, qui peuvent varier d'une infinité de manieres : on ne veut que donner des principes généraux ſur les plus communes. Ainſi tout l'objet qu'on ſe propoſe dans cet ouvrage, c'eſt d'expliquer la maniere de diſpoſer toutes les parties de l'enceinte d'une place irréguliere, conformément aux maximes enſeignées dans la fortification réguliere, leſquelles doivent être obſervées dans toutes ſortes de fortifications. On ajoutera ſeulement à ces maximes, *que les angles formés par les côtés des places irrégulieres, doivent avoir au moins 90 degrés*, afin de ne pas avoir des angles flanqués qui aient moins de 60 degrés, & des flancs au deſſous de 20 toiſes. L'obſervation de ce principe fait rejetter le triangle, des figures qu'on peut fortifier.

Les angles au deſſus de 90 degrés ſont plus favorables dans la fortification irréguliere, que ceux qui ſont au deſſous, pourvu néanmoins qu'ils

n'aient pas plus de 150 ou 160 degrés, autrement les courtines voisines se trouveroient à peu près sur la même ligne droite, & elles pourroient être enfilées d'une même batterie de canon.

Tous les angles d'une place irréguliere doivent être saillans autant qu'il est possible. Les rentrans ne peuvent que très-difficilement fournir une bonne défense ; cependant comme il se trouve des situations où il est impossible de les éviter, on donnera quelques exemples de la maniere d'en diminuer les inconvéniens, & de corriger ceux qui résultent des angles trop aigus.

Avant que d'entrer dans le détail de la construction de la fortification irréguliere, il faut encore observer que cettte construction peut se faire par le polygone extérieur ou par l'intérieur, c'est-à-dire, en *dehors* ou *en dedans*. On va examiner si ces deux méthodes ont quelqu'avantage l'une sur l'autre.

II.

145. *Examen du Tracé de la Fortification par le polygone extérieur & par l'intérieur.*

La fortification par le polygone extérieur, pratiquée par MM. de *Pagan* & de *Vauban*, a pour avantage particulier dans la fortification irréguliere, de fixer la pointe des bastions dans les lieux où on le juge à propos. On choisit alors les endroits les plus élevés, afin que le bastion ne soit ni commandé ni enfilé du terrein des environs. Le dessein de cette fortification est d'ailleurs plus aisé à tracer que celle qui se fait en dehors, & toutes les parties de l'enceinte se trouvent aussi mieux proportionnées que dans cette derniere fortification ; mais malgré ces différens avantages, on ne peut guere s'en servir dans la fortification irréguliere, lorsque les côtés intérieurs sont donnés, & que les courtines doivent être prises sur ces côtés, comme on le verra bientôt.

La fortification par le polygone

intérieur devient donc néceſſaire ; lorſque la ville a une vieille enceinte ſur laquelle on doit prendre les courtines.

On les choiſit de maniere, que les portes qu'on fait au milieu, repondent aux grands chemins de la campagne & aux grandes rues de la place.

Si la ville n'a point d'enceinte déterminée, ou ſi le polygone formé par cette enceinte eſt régulier, & que de plus les côtés ſoient de la grandeur néceſſaire pour être fortifiés, on peut alors arriver aux mêmes diſpoſitions de la fortification par l'une ou l'autre des deux méthodes précédentes, c'eſt-à-dire, en fortifiant en dehors ou en dedans.

En effet, s'il faut fortifier en dedans, & que les côtés intérieurs ſoient donnés, on cherchera par le calcul, ou, comme on l'enſeignera bientôt, quelle ſera la diſtance du polygone intérieur à l'extérieur. On menera enſuite à cette diſtance des paralleles aux côtés donnés : elles formeront le polygone extérieur, qu'on fortifiera en dedans, ſuivant les

regles du premier problême, numero 70.

Ou bien l'on dessinera très-exactement le plan du polygone de la place, ou, ce qui est la même chose, on en décrira un semblable sur le papier, qu'on fortifiera en dedans par la méthode du premier problême.

Pour cet effet on élevera sur le milieu de chaque côté des perpendiculaires, auxquelles on donnera la huitieme, la cinquieme ou la sixieme partie du côté, selon que le polygone sera un quarré, un pentagone, un exagone, ou un polygone d'un plus grand nombre de cotés. On tirera ensuite les lignes de défense; l'on donnera aux faces des bastions deux septiemes du côté du polygone, & l'on achevera la construction de la ligne magistrale, comme au problême qu'on vient de citer.

Pour avoir le côté intérieur de cette fortification, on prolongera la courtine de part & d'autre jusqu'à la rencontre des rayons obliques du polygone.

Toute cette construction étant

faite, on supposera le côté intérieur de la grandeur donnée, & l'on en fera une échelle qui servira à déterminer toutes les parties de la fortification pour la construire en dehors. *Voyez* ce qui est dit sur ce sujet n°. 89.

Si l'on vouloit, dans ce cas, construire la fortification en dedans, il est évident qu'on trouveroit par l'opération précédente, la valeur de la perpendiculaire, celle des côtés extérieurs, la distance des polygones, &c.

Mais si la place qu'on veut fortifier est irréguliere, & que les côtés intérieurs soient donnés de grandeur & de position, ou si la ville a une vieille enceinte sur laquelle on doit prendre les courtines, il est fort difficile alors de parvenir par la fortification du polygone extérieur, à avoir pour côtés intérieurs les côtés donnés de l'enceinte.

Car dans les polygones irréguliers la distance du côté intérieur à l'extérieur, n'est pas la même pour tous les côtés, comme dans les réguliers. L'inégalité des angles du polygone

tend cette distance plus ou moins grande, suivant les variations de l'angle diminué *MBE*, ou de l'angle du polygone. *Pl. 13, Fig. 5.*

C'est pourquoi si l'on mene des paralleles aux côtés intérieurs, à la distance qui convient à chaque côté, la grandeur de ces paralleles ne répondra point à celle des côtés intérieurs correspondans. Les paralleles qui seront le moins éloignées des côtés intérieurs, s'étendront sur celles qui le seront davantage, & elles en diminueront la grandeur. Mais comme les paralleles les plus proches des côtés intérieurs sont opposées aux plus petits de ces côtés, il s'ensuit que les côtés extérieurs qu'elles produisent, se proportionnent en quelque maniere les uns & les autres, puisque les plus grands perdent de leur grandeur pour augmenter celle des petits. C'est par cette espece de compensation des côtés que quelques Auteurs jugent qu'il est plus avantageux de tracer la fortification irréguliere par le polygone extérieur, que par l'intérieur : mais ils doivent observer que si l'on fortifie les côtés extérieurs for-

més des paralleles précédentes, par la méthode du premier problême, les côtés intérieurs de cette fortification ne tomberont pas toujours sur les côtés donnés de l'enceinte, mais qu'ils se trouveront en dehors ou en dedans, ainsi qu'on peut le remarquer dans la sixieme figure de la planche 18.

Cette figure est tirée du Livre intitulé le *Parfait Ingénieur François*. L'Auteur de cet ouvrage s'en sert pour faire voir l'avantage de la fortification en dedans, sur celle qui se décrit en dehors.

Pl. 18, *Fig.* 6. Les lignes pleines représentent la ligne magistrale de la fortification en dehors, & les ponctuées la même ligne tracée en dedans, ou par le polygone extérieur.

Il est aisé de remarquer dans cette figure que toutes les parties de cette derniere fortification sont mieux proportionnées que dans la premiere: mais il est également facile d'observer que les courtines de la fortification en dedans ne répondent point à celles de la fortification en dehors, qui sont prises sur les côtés donnés de l'enceinte. C'est cependant à quoi

il faut parvenir lorſqu'on a une vieille enceinte ſur laquelle on doit prendre les courtines.

Il ſuit des différentes obſervations précédentes :

Que dans la pratique ou le tracé des fortifications, on doit ſe ſervir du polygone extérieur lorſqu'on n'a point d'enceinte déterminée, ou que les parties de cette enceinte ne doivent point être employées dans la nouvelle fortification ; mais que le polygone intérieur, ou la fortification extérieure doit être préférée quand la poſition des courtines eſt donnée.

I I I.

146. *Maniere de déterminer la grandeur des côtés intérieurs pour la fortification extérieure.*

On a établi (n°. 67) que les côtés extérieurs, pour être capables d'une bonne fortification, devoient avoir depuis 155 ou 160 toiſes juſqu'à 180, & même 200 toiſes. A l'égard des côtés intérieurs, on les a réglés (n. 66) depuis 120 toiſes juſqu'à 150 :

mais comme l'on n'a point donné la maniere de déterminer précisément leur grandeur, on va l'expliquer ici en peu de mots.

On a déja remarqué que la ligne de défense devoit servir de base pour la fixation de toutes les parties de la ligne magistrale : on a vu aussi que cette même ligne de défense devoit avoir au moins 120 toises, & au plus 150, & que dans les constructions de M. le Maréchal de *Vauban*, elle a environ 135 toises. On va déterminer la grandeur des côtés intérieurs des différens polygones depuis le quarré jusqu'au dodécagone, pour une ligne de défense de 120 toises : l'on en déduira ensuite la valeur des mêmes côtés lorsque la ligne de défense aura 135 & 150 toises.



PROBLÊME.

147. *La ligne de défenſe étant donnée, de même que l'angle flanquant intérieur ou l'angle diminué, avec la grandeur de la demi-gorge, trouver le côté intérieur d'un polygone régulier quelconque.*

Pour réſoudre ce problême on ſuppoſera :

1°. Que le polygone propoſé eſt un pentagone.

2°. Que la ligne de défenſe eſt de 120 toiſes.

3°. Que l'angle diminué ou le flanquant intérieur, qui lui eſt toujours égal, eſt de 15 degrés & demi dans le pentagone (*a*).

Et 4°. Que les demi-gorges ſont la cinquieme partie du côté intérieur, ainſi qu'elles ſe trouvent déterminées dans le pentagone & l'exagone de M. de *Vauban* (*b*).

(*a*) Cet angle doit être d'environ 13 degrés & demi dans le quarré, & de 18 & demi dans l'exagone, & les autres polygones d'un plus grand nombre de côtés.

(*b*) Dans le quarré, la demi-gorge doit

RESOLUTION.

On tirera à volonré la ligne *EB*, qu'on ſuppoſera de 120 toiſes.

Pl. 18, *Fig.* 4, & 5. On fera au point *E* l'angle *BEH* de 15 degrés & demi, & enſuite au point *B* l'angle *EBH* de la moitié de l'angle de la circonférence du polygone, moins la valeur de l'angle diminué, c'eſt-à-dire, dans cet exemple, où la moitié de l'angle de la cir-

être à peu près la ſixieme partie du côté intérieur, ainſi qu'on l'a dit n°. 66, où l'on a déterminé celle des polygones au deſſus du quarré, à la cinquieme du même côté; mais comme la valeur des demi-gorges augmente ſuivant le nombre des côtés de ces polygones, on l'aura avec plus de préciſion en la prenant dans les polygones au deſſus de l'exagone, ſavoir dans l'eptagone, d'environ les deux neuviemes du côté intérieur, & dans l'octogone, des deux mêmes parties. Dans l'ennéagone elle eſt environ le quart du côté intérieur : elle en eſt le quart dans le décagone ; de même que dans les polygones de 11 & de 12 côtés. dans les baſtions conſtruits ſur des lignes droites, qu'on appelle *baſtions plats*, la demi-gorge eſt environ les deux ſeptiemes du côté intérieur, qui dans ce cas eſt égal à l'extérieur.

conférence

conférence du pentagone eſt de 54 degrés, & l'angle diminué eſt de 15 & demi, que cet angle *EBH* aura 38 degrés & demi.

On prolongera les lignes *EH* & *BH* juſqu'à leur rencontre en *H*; ce qui donnera le triangle *EBH*, dans lequel le côté *BH* ſera la capitale du baſtion du pentagone, & *EH* la courtine plus une demi-gorge, ou, ce qui eſt la même choſe, le côté intérieur moins une demi-gorge.

Comme la demi gorge eſt la cinquieme partie du côté intérieur dans le pentagone, il s'enſuit que *EH*, qui eſt égal au côté intérieur moins une demi-gorge, vaut les 4 cinquiemes du même côté; & que ſi l'on diviſe *EH* en 4 parties égales, & qu'on prenne *FH* d'une de ces parties, elle ſera une des demi-gorges. On aura l'autre en prolongeant *EH* du côté oppoſé, & prenant ſur ce prolongement *EG* égale à *FH*; ce qui donnera le côté intérieur cherché *GH* pour une ligne de défenſe de 120 toiſes.

Pl. 18. *Fig.* 5.

Si l'on diviſe *EB* en toiſes, ou ſi l'on fait une échelle de 120 toiſes avec cette ligne, on trouvera que *EH*

eſt de 92 toiſes, dont le quart 23 lui étant ajouté, donnera 115 toiſes pour le côté intérieur *GH.*

On trouvera de cette maniere la valeur du côté intérieur de tous les autres polygones réguliers pour une ligne de défenſe quelconque déterminée. C'eſt ainſi qu'on a calculé la Table ſuivante, qui donne la valeur des côtés intérieurs des polygones, depuis le quarré juſqu'au dodécagone pour des lignes de défenſe de 120, 135 & 150 toiſes.



148. *TABLE des côtés intérieurs des Polygones réguliers, depuis le quarré jusqu'au dodécagone, avec les demi-gorges des Bastions construits sur ces côtés.*

		Quarré.	Pentagone.	Exagone.	Eptagone.	Octogone.	Ennéagone.	Décagone.	Endécagone
		Toises.	Toises.	Toises.	Toises.	Toises.	Toises.	Toises.	Toises.
Pour une ligne de défense de 120 toises.	Côtés intérieurs.	105	115	120	122	128	131	135	138
	Demi-gorges.	17	23	26	27	30	32	34	35
Pour une ligne de défense de 135 toises.	Côtés intérieurs.	119	127	135	138	144	148	152	156
	Demi-gorges.	20	25	29	31	34	36	38	40
Pour une ligne de défense de 150 toises.	Côtés intérieurs.	126	130	150	153	160	164	168	173
	Demi-gorges.	24	26	33	34	37	40	42	44

REMARQUES.

1°. Le côté intérieur du dodécagone se trouve à peu près de la même longueur que celui de l'endécagone, c'est pourquoi on ne l'a pas ajouté à cette Table.

2°. Dans la ligne droite, ou lorsque le bastion est plat & que la ligne de défense a 120 toises, le côté intérieur, qui dans ce cas est égal à l'extérieur, se trouve de 158 toises; il est de 178 si la ligne de défense est de 135 toises, & de 197 si cette même ligne en a 150.

On a supposé dans le calcul de ce dernier côté, que l'angle flanquant intérieur étoit de 20 degrés, ce qui donne 140 degrés pour l'angle flanqué du bastion plat.

3°. Lorsque la grandeur du côté intérieur est ainsi déterminée, il est aisé de trouver, si l'on veut, le côté extérieur, & d'achever la construction ou le tracé de la ligne magistrale.

Car faisant au point *F*, avec *GF* l'angle *GFA* égal à *HEB*, & prenant *FA* égal à *EB*, l'on aura les points

A & *B* qui déterminent le côté extérieur *AB*. Pl 18. Fig. 54

Prolongeant ensuite *BH* & *AG* jusqu'à leur rencontre en *&*, on aura le point *&* qui sera le centre du polygone, dont *A&*, & *B&* seront les rayons obliques.

Si l'on fait les angles *EFD*, *FEC* d'environ 100 degrés (*a*), l'on aura les flancs *FD* & *EC*, de même que les faces *AC* & *BC* des demi bastions du front *AB*.

4°. Si l'on veut connoître la distance du polygone intérieur *GH* à l'extérieur *AB*, il faut de *E* abaisser sur *AB* la perpendiculaire *EM*, & voir sur l'échelle qu'on aura faite avec la ligne de défense, le nombre des toises de cette perpendiculaire. On trouvera sa valeur de la même maniere pour tous les différens polygones.

5°. Ceux qui sçauront la Trigonométrie, pourront trouver par le calcul, c'est-à-dire, sans se servir d'échelle, la longueur des différentes lignes qu'on vient de déterminer.

(*a*) *Voyez le n.* 57.

IV.

Du tracé de la fortification irréguliere lorsque l'enceinte de la place n'est pas déterminée.

149. Si l'on suppose une ville irréguliere ; qui n'ait aucune enceinte de murs ou de remparts, & qui soit située en rase campagne, sa fortification ne souffrira aucune difficulté.

On commencera par lever exactement le plan de la place, & on le construira ou dessinera sur le papier, en se servant pour cet effet d'une échelle assez grande pour qu'une toise y soit d'une grandeur sensible.

On ajoutera à l'espace occupé par les maisons, l'emplacement qu'on jugera nécessaire, soit pour l'augmentation de la ville ou pour l'établissement des magasins : on aura aussi égard à la largeur du rempart, & aux casernes qui doivent être séparées des maisons de la ville par une espece de rue de trois ou quatre toises.

On pourra ensuite tracer le dessein de la fortification sur le plan de

la place, en se servant du polygone extérieur ou de l'intérieur.

Si l'on veut se servir du polygone intérieur, c'est-à-dire, si l'on veut fortifier en dehors, on tracera légerement un polygone quelconque autour des maisons de la place, observant de mener les côtés de ce polygone à peu près paralleles aux côtés de l'enceinte formée par les maisons de la place, & qu'ils en soient éloignés d'environ 24 ou 26 toises, qui est à peu près l'espace nécessaire pour la base du rempart, les casernes & les rues qui les séparent de la ville & du rempart.

Si le polygone qu'on vient ainsi de tracer se trouve à peu près régulier, on pourra lui circonscrire un cercle, & pour cet effet on prendra le sommet de trois angles qui paroîtront à peu près également distans du centre de la place, l'on fera passer la circonférence d'un cercle par ces trois sommets ou ces trois points.

On prendra ensuite 120 toises sur l'échelle du plan, & l'on portera cette longueur sur la circonférence du cercle qu'on vient de décrire. Si

cette longueur s'y trouve contenue exactement un certain nombre de fois, on aura un polygone régulier, dont les côtés intérieurs seront de 120 toises, & qu'on fortifiera en dehors, comme on l'a enseigné ci-devant.

Si la distance de 120 toises n'est pas contenue exactement sur la circonférence du cercle précédent, & qu'il reste une longueur de 40 toises ou environ dans les grands polygones, où la ligne de défense est plus petite que les côtés intérieurs, on partagera l'excédent ci-dessus sur tous les côtés : mais dans les petits polygones, où la ligne de défense est plus grande que les côtés intérieurs, on augmentera d'une unité le nombre des côtés du polygone, c'est-à dire, qu'on s'arrangera pour avoir un côté de plus.

Si la ligne menée parallelement à l'enceinte formée par les maisons de la place, donne une fi ure qui differe trop sensiblement d'un polygone régulier, pour qu'on puisse lui circonscrire un cercle, on appliquera successivement sur cette ligne une longueur

gueur d'environ 120 ou 130 toiſes, de maniere qu'on ait un polygone dont les côtés répondent à peu près à ceux de la Table précédente.

On doit obſerver, dans le tracé de ce polygone, de le diſpoſer de façon que tous les angles de la circonférence ſoient égaux, ou à peu près égaux, autant qu'il ſera poſſible de le faire, & ſur-tout de n'en admettre aucun au deſſous de 90 degrés. On peut augmenter la grandeur des angles trop aigus, en prenant leur ſommet un peu plus près de la place & diminuer ceux qui ſont fort obtus, en avançant au contraire leur ſommet dans la campagne.

Si malgré toutes ces attentions l'on ſe trouve cependant dans la néceſſité d'avoir des angles fort inégaux, comme de 90 degrés & de 140, il faudra obſerver que les côtés qui forment les petits angles, doivent être plus petits que ceux qui forment les grands, c'eſt-à-dire, d'environ 110 ou 120 toiſes, lorſque ces angles ſont d'environ 90 degrés; & de 130, 140, 150, &c. toiſes, lorſqu'ils ſeront de 135, 140, 150, &c. degrés;

parce que dans le premier cas ils doivent être regardés comme les côtés intérieurs du quarré, & dans le second, comme les mêmes côtés des polygones d'un plus grand nombre de côtés. *Voyez* la Table ci-devant, n° 148.

150. Si l'on veut fortifier par le polygone extérieur, on tracera, comme on l'a enseigné pour le polygone intérieur, une ligne à peu près parallele au contour des maisons de la place, de maniere qu'elle n'en soit pas seulement éloignée de la distance nécessaire pour le rempart & les casernes, mais encore de celle qui doit être entre le polygone intérieur & l'extérieur. Ces deux distances prises ensemble peuvent être évaluées à peu près à 60 ou 70 toises (*a*).

Si cette ligne ne differe pas beaucoup de la circonférence d'un cercle ou d'un polygone régulier d'un grand nombre de côtés, on pourra inscrire

(*a*) Ceux qui voudront fixer exactement la distance des deux polygones pour chacun de leurs côtés, pourront se servir de la méthode indiquée ci-devant dans les remarques qui suivent la Table, n. 148.

dans la figure qu'elle formera, un autre polygone régulier, dont chaque côté ait environ 160, 170 ou 180 toises; sinon on décrira autour de la place un polygone irrégulier, dont on disposera les côtés de maniere qu'ils aient à peu près les longueurs ci-dessus marquées, & qu'ils ne fassent aucun angle au-dessous de 90 degrés.

Toutes ces circonstances étant observées, on tracera la fortification comme dans le premier problême, n° 70.

Pour cet effet on élevera une perpendiculaire sur le milieu de chaque côté de l'enceinte & en dedans.

On donnera à cette perpendiculaire la huitieme partie du côté, si l'un des angles qu'il fait avec les côtés voisins ou adjacens, est de 90 degrés; la septieme partie du même côté, si le plus petit des mêmes angles est de 108 degrés, & enfin la sixieme, si ces angles sont de 120 degrés & au-dessus.

Par l'extrêmité de cette perpendiculaire, on menera les lignes de défense indéfinies. On portera sur ces

lignes, & du ſommet des angles du polygone, deux ſeptiemes de chaque côté extérieur pour les faces des baſtions, & l'on achevera enſuite le tracé de la ligne magiſtrale, comme dans les polygones réguliers.

Cette fortification étant ainſi formée ſur le plan, doit être rapportée ou tracée ſur le terrein, pour corriger ou rectifier tout ce qui peut ſe trouver de défectueux dans ſa diſpoſition. On examinera, par exemple, ſi aucune des parties de la fortification ne ſe trouve enfilée, ſi elle n'expoſe point à trop de dépenſe qu'on peut diminuer en y faiſant quelques légers changemens, &c.

151. Si la ville ſe trouve ſituée au bord d'une riviere, ou que ſa poſition oblige néceſſairement à donner une grande étendue à un de ſes côtés, comme 300 ou 400 toiſes, cette diſtance étant trop grande pour que les baſtions conſtruits à ſes extrêmités puiſſent ſe défendre réciproquement, on la partagera en deux parties égales, & l'on fortifiera chacune de ces parties comme les autres côtés de l'enceinte. Le baſtion placé

au milieu de cette ligne, a sa gorge en ligne droite. On a déja observé que les bastions ainsi construits étoient appellés *bastions plats.* On en trouve un de cette espece à Paris, à peu près vers le milieu du revêtement du jardin de l'Arsenal, entre le bastion placé vis-à-vis la Bastille, & le demi-bastion qui est à l'opposite vers la riviere.

Les bastions construits sur des lignes droites ne sont pas placés aussi avantageusement que les autres, parce que l'ennemi peut avec la même batterie enfiler les courtines qui les joignent. Leurs faces se présentent aussi trop à l'ennemi; mais ces défauts sont compensés par la disposition du terrein, qui rend ordinairement ces longs côtés les moins accessibles de la place, & par conséquent les moins exposés aux attaques. La grande gorge de ces bastions permet d'ailleurs d'y faire de bons retranchemens, qui servent à en disputer long-tems le terrein à l'ennemi.

152. *Du tracé de la Fortification irréguliere lorsque l'enceinte est déterminée, c'est-à-dire lorsque la ville a une vieille enceinte formée de remparts dont on veut conserver la plus grande partie qu'il est possible.*

Pl. 19. Soit le polygone irrégulier *ABCDE*, &c. formant l'enceinte d'une ville qu'il faut fortifier. On suppose que les murs de l'enceinte sont terrassés, c'est-à-dire que la ville a un rempart qui regne le long de tous ses côtés; il s'agit de la fortifier, & de prendre les courtines sur les parties de cette enceinte.

On suppose que les côtés ont le nombre de toises dont ils sont cotés sur le plan *planche* 19, & les angles, les degrés aussi marqués sur le même plan.

Avant que d'entrer dans le détail du tracé de cette fortification, on croit devoir donner la table suivante, qui contient la valeur des angles de la circonférence, & des angles diminués ou flanquans intérieurs des

polygones réguliers, depuis le quarré jusqu'au dodécagone & jusqu'à la ligne droite, la connoissance de ces angles étant nécessaire pour la fortification des différens côtés des polygones irréguliers.



TABLE des angles flanquans intérieurs & des angles de la circonférence des polygones réguliers, depuis le quarré jusqu'au dodécagone & la ligne droite.

	Quarré.	Pentagone.	Exagone.	Eptagone.	Octogone.	Ennéagone.	Decagone.	Endecagone.	Dodecagone.	Ligne droite.
Angles flanquans intérieurs.	Deg. min. 13. 44.	Deg. min. 15. 30.	Deg. min 18. 26.	Deg. min. 18. 26.	Deg. min. 18. 26.	Deg. min. 18. 26.	Deg. min. 18. 26.	Deg. min. 18. 26.	Deg min. 18. 26.	Degrés. 20.
Angles de la circonférence.	90.	108	120	128.	135.	140.	144.	147.	150.	180.

Présentement soit considéré le côté *AB* de 225 toises, qui se trouve trop long pour que les bastions placés à ses extrêmités *A* & *B*, puissent se défendre réciproquement; il faudra construire un bastion plat sur le milieu de ce côté. Pl. 19.

Pour cet effet on le coupera en deux également en *L*, & l'on aura les côtés *AL* & *BL*, chacun d'environ 112 toises, qu'on fortifiera ainsi en commençant par *A*.

Comme *AL* est de 112 toises, & que l'angle *A* est de 142 degrés, qui répond à peu près à celui de l'enneagone, on prendra la demi-gorge *AM* de 27 ou 28 toises, c'est-à-dire à peu près du quart de *AL*; au point *M* on fera avec *ML* un angle de 20 degrés, qui est le flanquant intérieur de la ligne droite, & l'on tirera la ligne de défense *Ma*. On prendra aussi *LN*, demi-gorge du bastion plat, de 28 toises ou du quart de *AL*; on fera au point *N* avec *MN* l'angle *MNb* d'environ 18 degrés & demi; puis aux points *M* & *N*, des angles de 100 degrés avec la courtine *MN*: les côtés de ces angles

Pl. 19. couperont les lignes *N b*, *M a* dans les points *c* & *d* qui termineront les flancs *M c*, *N d* des demi-bastions *A* & *L*.

On prendra de même *B P* & *L O* de 28 toises, & l'on achevera la fortification de *LB*, comme on a fait celle de *AL*. L'on aura ainsi le grand côté *A B* fortifié de deux demi-bastions à ses extrêmités *A* & *B*, & d'un bastion plat *L* construit au milieu.

Comme le côté adjacent *BC* est de 150 toises, & que l'angle *B* est de 161 degrés, on prendra la demi gorge *BQ* de 37 toises, ou du quart de *BC*. L'angle *C* étant de 131 degrés, c'est-à-dire à peu près de même valeur que celui de l'eptagone, il faudroit prendre la demi gorge *CR* de deux neuviemes de 150 : mais comme le côté suivant *CD*, est plus petit, on peut la prendre aussi de 37 toises ; ce qui donne la courtine *QR* de 76 toises.

Au point *Q* on fera l'angle *RQe* de 18 degrés & demi, & au point *R* l'angle *QRf* de même grandeur, dont le côté *Rf* coupera *Of* dans le point *f* qui sera le sommet du bastion *B*.

On fera en *Q* & en *R* des angles de 100 degrés pour avoir les flancs & les faces des demi-bastions du front *BC*.

Le côté suivant *CD* a 110 toises : à cause de l'angle *C* de 131 degrés, on prendra la demi-gorge *CS* comme dans l'eptagone, c'est-à-dire, environ de deux septiemes de *CD*, qui valent à peu près 24 toises : mais comme l'angle *D* n'est que de 98 degrés, la demi-gorge *DT* se prendra comme dans le quarré, c'est-à-dire qu'elle sera à peu près de 19 toises, ou de la sixieme partie de *CD*. On fera ensuite en *S* & en *T* des angles de 100 degrés avec la courtine *ST* ; puis au point *S* on fera l'angle flanquant intérieur *TSg* d'environ 13 degrés & demi, & en *T* l'angle *STe* de 18 degrés & demi ; les côtés de ces angles détermineront la grandeur des flancs comme dans les côtés précédens. Celle des faces sera déterminée par la rencontre des côtés des angles flanquans intérieurs, ou des lignes de défense tirées des points *Q* & *T*, ou des angles du flanc des fronts voisins, comme la figure le fait voir.

Pl. 19. Le côté suivant *DE* ayant 134 toises, la demi-gorge *DV* sera, à cause de l'angle *D* de 98 degrés, de 22 toises, ou de la sixieme partie de *DE* : mais comme le côté adjacent *FE* de 63 toises est trop petit pour former un front de fortification, on prendra toute la gorge du bastion de l'angle *E* sur le côté *ED*, observant seulement que la courtine *UV* ait au moins 60 toises. On a pris *EU* dans cet exemple de 50 toises. On fera les angles flanquans intérieurs *V* & *U* de 13 degrés & demi, à cause de *D* & *E* qui sont à peu près droits. On tirera la ligne de défense *Ug*, qui rencontrant en *g*, celle qui a été tirée de *S*, donnera le bastion *D*, & l'on tirera par *V* la ligne de défense indéfinie *Vh*.

Comme le côté *FE*, qui forme l'angle rentrant *EFG*, n'est que de 63 toises, & qu'il peut flanquer le bastion construit sur l'angle *G*, on fera au point *F* l'angle flanquant intérieur *EFh* d'environ 13 degrés & demi, pour avoir la ligne de défense *Fh*, qui par sa rencontre avec *Vh*, la terminera en *h* : on fera au point

E un angle de 100 degrés avec *FE*; ce qui donnera le flanc *Ek*: le point *h*, où *Fh* rencontrera *Vh* fera l'angle flanqué du bastion de l'angle *E*, dont la gorge *EU* fera en ligne droite, & prise entierement sur *ED*.

Comme le côté *GF* n'a que 120 toises, & qu'à cause du petit côté *EF*, il faudroit, si l'on vouloit construire un bastion en *F*, prendre toute la gorge sur *GF*, on pourra se dispenser de construire ce bastion sur l'angle *F*, comme on l'a fait sur l'angle *E*, parce que les deux côtés de l'angle rentrant *F*, peuvent se flanquer mutuellement, & que d'ailleurs le flanc *Ek* défend le sommet de cet angle, qui pourra encore être défendu par le flanc opposé du bastion construit sur l'angle *G*.

On prendra donc la demi-gorge *GX*, de 24 toises, ou de la cinquieme partie de *GF*, à cause de l'angle *G* de 118 degrés, qui répond à peu près à celui de l'exagone. On élevera au point *X* le flanc du bastion *G*, en faisant un angle de 100 degrés avec *XF*; puis on déterminera la grandeur de ce flanc par une

Pl. 19. ligne *Fl*, qui fera avec *FG* l'angle *GFl* d'environ 18 degrés & demi.

Le côté *HG* formant aussi un angle rentrant avec *IH*, demande quelques attentions particulieres.

Les deux côtés de l'angle rentrant *IHG* ne peuvent se flanquer comme ceux du précédent *F*, parce que l'angle est plus ouvert, & qu'ils sont plus grands.

HG étant de 160 toises, on en prendra la cinquieme partie pour *YG*, qui sera ainsi de 32 toises; on prendra *HZ* de la grandeur nécessaire pour avoir la ligne de défense *Zl* de la portée du fusil. Supposons qu'on ait pris cette ligne de 40 toises, on tirera au point *Z* la ligne de défense *Zl*, qui fera avec *ZY* l'angle flanquant intérieur *lZY* d'environ 20 degrés, comme dans la ligne droite. Au point *Y* on menera à l'ordinaire le flanc *Yy*, qui fera un angle de 100 degrés avec la courtine *XY*. La ligne de défense *Zl* sera terminée en *l* par sa rencontre avec *Fl*.

On examinera sur l'échelle quelle sera la longueur de cette ligne, que

l'on trouvera d'environ 160 toiſes, ce qui excede la portée du fuſil. Pour la raccourcir, on augmentera la demi-gorge *HZ* de 15 ou 18 toiſes juſqu'en *p*, & tirant enſuite *pi* parallele à *Zl*, on diminuera la longueur exceſſive de cette ligne de défenſe. On diminuera de la même maniere celle de *Fl*, ou bien l'on réduira le flanc *X*1 à la longueur *Z*2 de 30 toiſes, & l'on tirera *Fi* qui diminuera encore la parallele à *Zl*.

Si l'angle flanqué *i* a plus de 80 degrés, on pourra faire au point *i* l'angle *pim* de ce nombre de degrés, le côté *im* coupera la courtine dans un point *m*, qui donnera *mF* pour le feu de courtine ou ſecond flanc (*a*). Si l'on ne veut pas ſe ſervir de ce feu, on peut élever de *m* une perpendiculaire *mn* ſur *Fi* qui ſervira à raccourcir la défenſe de l'angle flanqué par l'eſpece de petit redent *mnF*, &c.

On menera au point *p* le flanc *pq*, qui fera un angle de 100 degrés avec *pY*; on donnera environ 20 toiſes

(*a*) Il faut obſerver qu'on ne doit jamais ſe procurer du feu de courtine, que le flanc ne reſte au moins de 25 toiſes.

Pl. 19. à *pq*, & par *Y* & par *q* on tirera *Yq* indéfini.

Cela fait, comme l'angle *I* n'eſt que de 57 degrés, on ne peut conſtruire de baſtion vis-à-vis cet angle, comme on l'a fait ſur les autres de l'enceinte propoſée; mais il y a pluſieurs manieres de le fortifier.

1°. On peut prendre *Hr* de 20 ou 30 toiſes, & élever au point *r*, *rs*, qui faſſe avec *Ir* un angle de 109 degrés, laquelle ligne peut être terminée en *s* par le prolongement *Ys*. Alors *rs* défendra le ſommet *I*.

Faiſant après cela un baſtion ſur l'angle *K*, comme la figure le fait voir, le flanc *tz* de ce baſtion défendra auſſi le même angle *I*; mais dans cette conſtruction les angles *t* & *r* ne ſont pas défendus.

2°. On peut au point *r* mener la ligne ponctuée *r* 3, faiſant avec *Ir* l'angle *Ir* 3 d'environ 13 degrés; prolonger *Ys* juſqu'en 3, & faire à ce point l'angle *r*, 3, 4, d'environ 109 degrés, pour avoir le flanc 3, 4, qui défendra *rs* & *sq*. Par cette conſtruction, cette derniere ligne *sq* ſera défendue des flancs *Yy* & 3, 4 : ſi l'on

fait

fait la même chose du côté *KI*, on aura l'angle aigu *I*, qui sera l'angle flanqué d'un bastion, dont les faces seront formées par les côtés donnés de l'enceinte.

3°. On pourra encore fortifier l'angle aigu *I*, en construisant sur cet angle une espece d'ouvrage à corne ou de front de fortification, tel que celui qui est ponctué dans la figure. La courtine de cet ouvrage doit avoir au moins 40 toises, les flancs 20, & les faces 30. Cette derniere maniere est meilleure que les précédentes; mais elle est aussi d'une plus grande dépense.

Le dernier côté *AK* sera fortifié comme les précédents.

REMARQUES.

I.

153. On auroit pu tracer la fortification précédente sans se servir des angles flanquans intérieurs. Pour cela il auroit fallu, après avoir déterminé les demi-gorges, décrire des angles du flanc, ou de l'extrêmité de chaque demi-gorge, & de l'intervalle de la

ligne de défenſe, des arcs qui auroient déterminé par leur point d'interſection les angles flanqués des baſtions. On auroit examiné enſuite ſi ces angles n'auroient point été trop aigus, & on les auroit corrigés en diminuant les lignes de défenſe. A l'égard des flancs, on les meneroit, dans cette conſtruction, de la même maniere qu'on l'a fait dans la précédente.

I I.

154. Soit que l'on trace la fortification par la méthode expliquée dans la remarque précédente, ou par les angles flanquans intérieurs, il faut, après avoir formé la ligne magiſtrale, examiner ſi les flancs ſont de la grandeur convenable, de même que les angles flanqués. On doit faire enſorte de ne point avoir de flanc au deſſous de 20 toiſes. Lorſqu'il s'en trouve de 15 ou 18, il faut les prolonger autant que l'angle flanqué peut le permettre, c'eſt-à-dire, juſqu'à ce qu'il ait environ 70 ou 75 degrés; ſi l'on ne peut pas diminuer l'angle flanqué, on

augmentera un peu le flanc en diminuant la demi-gorge.

Si dans la conſtruction par les angles flanquans intérieurs, les lignes de défenſe ſe trouvent trop grandes, on les accourcira en diminuant la grandeur du flanc lorſqu'il ſe trouvera avoir plus de 25 ou 28 toiſes, ou en augmentant les demi-gorges; enfin on doit ſe conduire dans le tracé de toutes les fortifications irrégulieres, de maniere que toutes les parties de l'enceinte ſoient à peu près proportionnées comme dans les polygones réguliers.

III.

155. Lorſqu'on a une ville dont l'enceinte eſt formée d'un rempart & d'un parapet, on peut la mettre en état de faire une bonne défenſe, en lui ajoutant ſeulement quelques dehors. On conſerve la vieille enceinte pour ſervir de principal retranchement, & l'on en forme une nouvelle de baſtions détachés, demi-lunes, contre-gardes, ouvrages à corne, &c. comme on l'a fait à *Douay* & à pluſieurs autres bonnes places. Lorſque

ces dehors sont bien situés, que l'ennemi, après s'en être emparé, s'y trouve exposé par-tout au feu de l'assiégé, ces places sont capables de la même résistance que celles qui sont fortifiées plus régulierement. La vieille enceinte permet de défendre les ouvrages qui composent la nouvelle, jusqu'à la derniere extrêmité, sans exposer la ville à être prise d'assaut. Car l'ennemi ne peut y pénétrer qu'après s'être établi dans les pieces ou les dehors dont il a fait l'attaque, avoir comblé le fossé de la vieille enceinte, & ruiné la partie opposée ; ce qui demande plusieurs jours de travaux après la prise de ces dehors.

Il y auroit bien d'autres choses à dire sur les fortifications irrégulieres ; mais, comme on l'a déja annoncé, on ne s'est proposé que de donner une espece d'esquisse de la maniere de procéder à cette fortification, ainsi qu'on l'a fait dans l'exemple précédent.

Il reste à ajouter quelques observations générales sur la disposition des rivieres qui passent dans les

places, sur les villes situées en terrein marécageux, sur celles qui sont sur des hauteurs, & sur les villes maritimes.

I.

Sur les rivieres qui passent dans les Places de guerre.

156. Lorsque l'on a des rivieres qui passent dans les places, il faut, si elles ne sont pas fort larges, les faire entrer & sortir par le milieu des courtines, & non pas par les bastions, qu'elles affoibliroient trop. Dans cette position, l'entrée de la riviere est défendue de deux flancs, avantage dont on seroit privé, si la riviere avoit une autre entrée.

Si la riviere n'a pas plus de 20 à 30 toises de largeur, on la fait passer sous le rempart, en pratiquant pour cet effet plusieurs arcades voûtées, sur lesquelles le rempart & le parapet sont posés.

L'entrée & la sortie de la riviere sont fermées par des grilles de fer en forme de porte; il en est de même des ouvertures des égoûts, qui doivent être assez exactement fermées

pour que personne n'y puisse passer pour s'introduire dans la place.

Si la riviere est trop large pour que son entrée soit fermée avec des grilles de fer, il faut qu'elle le soit de bonnes chaînes, ou avec plusieurs rangs de palissades qui ne laissent au milieu de la riviere que le passage nécessaire pour les bateaux. On peut encore se servir pour la sûreté de l'entrée de la riviere, d'un corps-de-garde construit sur un grand bateau couvert, ou de chaînes soutenues sur des bateaux, ou d'un mât de navire environné de pointes de fer, &c.

Lorsque les rivieres ont plus de 30 toises de largeur, on fait ordinairement une coupure dans le rempart pour les faire entrer dans la ville & pour en sortir. On ne fait point passer le cours de la riviere dans toute l'étendue du fossé de la Place, parce que le limon que les rivieres charrient avec elles, sur-tout après les grands orages, combleroit le fossé en peu de tems. On dispose, pour éviter cet inconvénient, le cours de la riviere au travers du fossé le plus directement que l'on peut, & l'on em-

pêche par des écluses & des batardeaux, qu'elle s'écoule dans le reste du fossé, à moins qu'on ne le juge nécessaire pour la défense de la place.

L'on couvre encore assez communément l'entrée & la sortie des rivieres dans les places par quelques pieces de fortification, comme des parties de demi-lunes, des redoutes, &c. qui ne permettent pas à l'ennemi d'en approcher.

Lorsque la place est située sur une grande riviere, comme de 60, 80, 100 ou 120 toises, il n'est plus possible de faire entrer cette riviere dans la place par le milieu des courtines : mais l'on construit quelque ouvrage de fortification au milieu de la riviere & sur ses bords, qui flanquent toute l'étendue de la largeur : ou bien l'on fait passer la riviere le long d'un des fronts de la place, & l'on pratique différens canaux pour donner de l'eau à la ville, & pour produire dans le besoin des courans dans les fossés si le terrein le permet.

On fait ordinairement un pont sur ces grandes rivieres pour la communication de la place avec le

pays qui est au-delà. On couvre ce pont par un ouvrage à corne ou à couronne, dont les branches sont défendues des ouvrages de la place, ou par des flancs élevés perpendiculairement vers leur extrêmité du côté de la riviere.

Si la riviere est trop large pour que le fusil puisse porter au-delà, on construit un ouvrage de fortification dans la riviere, placé de façon qu'il puisse flanquer avec le fusil les branches de l'ouvrage qui couvre le pont, & qu'il soit en même tems défendu des fortifications de la ville qui sont le long de la riviere.

C'est ainsi que M. le Maréchal de *Vauban* en a usé dans la fortification d'*Huningue*. *Voyez* le plan de cette place, celui de *Thionville*, *Saarlouis*, &c.

Lorsque la riviere se trouve éloignée de la ville de 100 ou 120 toises, il est important, ainsi qu'on l'a déja remarqué, de la joindre à la place par différens ouvrages qui, en occupant cet espace, empêchent l'ennemi de joindre ses attaques de part & d'autre de la riviere; ce qui le mettroit

mettroit en état de les avancer avec plus de facilité & de succès. *Voyez* le plan de Philisbourg, *pl.* 3 & 17 du second volume des *Elémens de la guerre des sieges, seconde édition.*

II.

Des Places situées en terrein marécageux.

157. Les places entourées de marais inaccessibles ne demandent pas les mêmes attentions que celles qui sont en terrein sec & uni. On peut se contenter de leur donner une enceinte fortifiée de maniere à les mettre à l'abri des surprises dans les tems de gelée.

Si le canon ne peut pas battre cette enceinte, il suffit de lui donner un parapet de maçonnerie à l'épreuve du mousquet; sinon on fait un parapet à l'ordinaire, & l'on dispose aussi toutes les parties de l'enceinte, pour qu'elles se flanquent mutuellement.

Il est fort utile dans ces sortes de places, de planter au pied extérieur du revêtement, un rang de palissades

fort hautes & fort solidement attachées les unes aux autres, pour former une barriere qui empêche l'ennemi d'escalader la place.

Si la ville n'est point entierement environnée de marais, ou si ces marais peuvent se dessécher, elle doit être fortifiée avec les mêmes précautions que si elle étoit située en terre ferme. Il est évident que quand le terrein de la ville est en partie sec & en partie marécageux, les fortifications doivent être proportionnées à la facilité des *approches* (a), c'est-à-dire, que les côtés de la ville qui sont sur le terrein sec, doivent être fortifiés aussi exactement qu'il est possible, & que les autres côtés doivent l'être avec moins de soin, pourvu que les marais ne soient accessibles dans aucun tems. Cependant il seroit à propos, comme le remarque le *Chevalier de Ville* sur les places de cette espece, qu'il n'y eût aucun endroit qui ne fût flanqué, *fût-il*, dit cet Auteur, *bordé d'un très-haut pré-*

(a) On appelle *approches*, les différens ouvrages qu'on pratique dans un siege pour arriver à la place.

cipice : car quand ce ne ſeroit que pour découvrir, les flancs y ſont toujours néceſſaires. Il eſt vrai qu'on peut les faire moins grands que dans les autres places, parce que l'ennemi n'a pas la même commodité de s'en approcher pour les battre. C'eſt ce qui fait penſer que dans ces ſortes de ſituations, où l'on veut ſeulement ſe mettre à l'abri des ſurpriſes, une enceinte formée d'angles ſaillans & rentrans pourroit ſuffire.

On fait ordinairement un avant-foſſé & un avant-chemin couvert aux places ſituées en terrein aquatique. On donne le plus de largeur que l'on peut à l'avant-foſſé, pour que l'ennemi ait plus de difficulté à le paſſer. On conſtruit auſſi différens petits ouvrages à la portée du fuſil de l'avant-chemin couvert, dans les lieux les plus ſolides du marais & les plus favorables pour s'oppoſer aux progrès des attaques. Il faut les placer de maniere que l'ennemi ne puiſſe pas s'en emparer; car alors ils ſerviroient de cavaliers à l'ennemi au préjudice de la place. Pour éviter cet inconvénient, on donne à ces ouvrages très-peu

d'élévation au deſſus du niveau du marais, & l'on obſerve de faire enſorte qu'ils ſoient toujours commandés de l'avant-chemin couvert.

Les villes qui ſont environnées de marais de tous côtés, communiquent avec la campagne par des chauſſées ou par des eſpeces de ponts de bois conſtruits dans le marais.

On fortifie le milieu de ces ponts par des redoutes ou par quelques autres petits forts qui commandent le débouché du pont. S'il ſe trouve des endroits ſecs dans le marais, on y fait paſſer le pont ou la chauſſée, & l'on y établit l'ouvrage qui doit le défendre. On fortifie auſſi la tête des chauſſées par quelques fronts de fortification qui en éloignent l'ennemi, ou qui l'obligent de former une attaque réguliere pour s'en emparer. Ces chauſſées doivent toujours être enfilées de la place.

III.

Des Villes ſituées ſur des hauteurs.

158. Lorſqu'une ville eſt ſituée ſur une hauteur, ſes fortifications doi-

vent avancer ſur la pente pour en découvrir toute l'étendue. Si la hauteur eſt eſcarpée de quelques côtés, on donne au rempart de la place dans ces endroits la figure de l'eſcarpement; mais en ſe procurant néanmoins des flancs qui en défendent le pied extérieur, & des angles ſaillans qui découvrent les chemins creux par où l'ennemi pourroit s'approcher de la place. Les autres côtés de l'enceinte ſe fortifient avec des baſtions, comme dans les ſituations en plaine.

Si la pente de la hauteur eſt fort grande, on fait différens ouvrages les uns devant les autres, en avançant vers le bas de cette hauteur, & l'on regle celle du rempart & du parapet, de maniere que les plus élevés ou les plus proches de la place commandent à ceux qui en ſont les plus éloignés. La figure de ces ouvrages dépend de celle du terrein où l'on veut les placer, & des endroits qu'ils doivent découvrir.

Si la ville eſt ſituée ſur la pente d'une montagne ou au bas d'une vallée, il faut occuper le haut de la montagne, en cas qu'on puiſſe le faire ſans

embrasser une trop grande étendue de terrein ; autrement la ville étant commandée de la montagne, sa fortification sera toujours très défectueuse.

On peut occuper le haut d'une montagne par une citadelle, comme on l'a fait à *Besançon*, ou par différens forts ou châteaux qui joignent la hauteur ou la montagne à la ville.

C'est ainsi que M. le Maréchal de *Vauban* avoit joint la montagne qui domine sur *Fribourg* en *Brisgau*, aux fortifications de cette ville, par quatre forts qui l'occupoient entierement.

Le premier étoit le *Château* qui dominoit sur la ville; ensuite le fort de l'*Aigle* qui battoit le château ; puis le fort de l'*Etoile* qui commandoit celui de l'Aigle, & enfin le fort *Saint-Pierre* qui étoit placé sur le lieu le plus élevé de la montagne. On avoit construit sur un des flancs de cette montagne, & pour en défendre l'approche, un ouvrage en forme de demi lune, qu'on nommoit l'*Escargot ;* il communiquoit avec le fort de l'*Etoile :* l'autre flanc étoit défendu par une grosse redoute bien revêtue.

Par la disposition de tous ces ouvrages, la montagne ne pouvoit préjudicier à la ville : au contraire elle lui devenoit très-utile pour illustrer sa défense, parce que ces différens forts pouvoient se défendre succcessivement les uns après les autres jusqu'au fort Saint-Pierre qui étoit le dernier. Il est vraisemblable que s'ils avoient été défendus, c'est-à-dire, si l'on avoit été obligé de les attaquer dans les sieges que Fribourg a soutenus en 1713 & en 1744, leur prise auroit coûté beaucoup de monde & de tems. Le Baron d'*Arche*, qui s'étoit très-distingué dans la défense de cette ville en 1713, n'auroit sans doute pas moins acquis de gloire dans celle des forts.

A l'égard des hauteurs trop éloignées de la ville pour y être jointes par des forts particuliers, mais dont le canon incommode néanmoins les différens ouvrages de la place, on construit, pour se mettre à couvert de leur commandement, de grandes levées de terre appellées *traverses*. On place ces traverses le long des capitales des ouvrages, & lorsqu'une

ne suffit pas, on en fait plusieurs. Si l'on a assez de terre, on éleve des cavaliers dans les bastions, qui produisent le même effet que les traverses pour se garantir de l'effet du canon, mais qui de plus mettent en état de découvrir l'ennemi de plus loin dans la campagne, & de plonger dans les travaux. *Voyez* ce qu'on a dit sur ce sujet n°. 73.

IV.

Des Villes maritimes.

159. Les villes maritimes ou situées sur le bord de la mer, se fortifient du côté de la terre de la même maniere que les autres places : mais du côté de la mer les fortifications sont différentes, suivant la disposition du port, & selon que la mer a flux & reflux, ou qu'elle n'en a pas, au moins de sensible, comme la Méditerranée.

On appelle *Port de Mer* ou *Havre*, une partie de mer qui s'enfonce dans les terres, où elle forme une espece de bassin dans lequel les plus grands vaisseaux trouvent une retraite sûre

contre les tempêtes & contre les attaques de l'ennemi, & un abord favorable pour approcher des villes.

Pour qu'un port soit bon, il faut que les vaisseaux puissent y arriver en tout tems & sans danger du côté du vent; que l'entrée en soit assez étroite pour être aisément fermée & défendue; que les vaisseaux approchent assez du rivage ou du quai pour y être immédiatement chargés & déchargés; enfin qu'ils s'y trouvent en sûreté non seulement contre les vents, mais que l'ennemi ne puisse ni les brûler ni les canonner par mer.

L'enfoncement du port dans les terres suffit ordinairement pour le garantir des mouvemens violens de la mer; mais pour que les vaisseaux y soient à l'abri des entreprises de l'ennemi, il faut que l'entrée soit défendue, ou par la disposition naturelle du lieu, ou par des ouvrages de fortification qui en commandent absolument le passage.

Pour cet effet on construit ordinairement des *jettées*, qui sont des especes de digues, de fortes murailles ou chaussées qu'on bâtit dans la mer,

aussi avant qu'on le peut, en y jettant une grande quantité de gros quartiers de pierres. A l'extrêmité de ces chaussées on établit des forts ou des tours, dont le canon empêche l'approche des vaisseaux ennemis.

La figure de ces forts est ovale, ou à peu près circulaire, ou bien elle est déterminée par la situation du lieu. Leur parapet est de maçonnerie; il est percé d'embrasures tout autour pour tirer le canon de tous côtés.

On construit aussi des batteries dans tous les différens endroits où elles peuvent servir à défendre l'entrée du port. Le parapet de ces batteries est ordinairement en ligne courbe, c'est-à-dire, à peu près en arc de cercle, ou demi-ellipse, pour qu'elles puissent battre une plus grande étendue de la mer.

Lorsque l'entrée du port a peu de largeur, on la ferme avec des chaînes ou avec des mats qui se levent ou se baissent suivant le mouvement de la mer, & qui en interdisent le passage à toutes les différentes especes de vaisseaux & de barques. Si le

passage est fort large, on construit vers le milieu, quand la mer le permet, un mole, c'est-à-dire, une espece d'isle sur laquelle on bâtit une tour ou quelqu'autre ouvrage qui défend les autres extrêmités de l'entrée du port, & qui est défendu par des forts placés à ces mêmes extrêmités.

Lorsqu'on peut former des moles de cette espece, on y fait ordinairement un *phare*, c'est-à-dire, un lieu élevé, où l'on met des lanternes ou des réchauts de feu, qui servent à éclairer les vaisseaux & à les diriger pendant la nuit.

Il y a des ports auxquels la nature seule a fourni tous les avantages qui rendent un port excellent : on les nomme *ports naturels*.

Il y en a d'autres qu'on appelle *artificiels :* ce sont ceux qu'on a formés par différens travaux pratiqués dans la mer, comme jettées, moles, digues ou levées de terre qui font une espece de bassin, dont l'entrée est défendue par des forts qui ne permettent pas à l'ennemi d'y pénétrer.

Il y a une troisieme espece de ports

formés en même tems par l'art & la nature : on les nomme *ports mixtes*.

Les travaux néceſſaires aux villes maritimes, pour ſa ſûreté & la bonté du port, ſont trop conſidérables, & ils exigeroient de trop longues explications pour qu'on entreprenne d'en donner ſeulement une légere idée dans cet ouvrage. On renvoie ceux qui voudront ſe mettre au fait de ces ſortes de travaux, à la ſeconde partie de l'*Architecture Hydraulique* de M. *Bélidor*, comme au meilleur ouvrage qu'on puiſſe indiquer ſur cette importante matiere.

Les villes maritimes, outre un bon port, ont encore beſoin d'une bonne *rade*, c'eſt-à-dire, d'un eſpace de mer à peu de diſtance de la côte & du port, où les vaiſſeaux puiſſent demeurer à l'ancre & ſe trouver à l'abri des vents les plus dangereux. Sans une rade de cette eſpece, les vaiſſeaux qui ſont obligés de mouiller à peu de diſtance du port, ſoit pour attendre la marée ou un vent favorable pour y entrer, riſqueroient de ſe briſer à la côte.

S'il y a aſſez d'eau dans un port ou

havre, pour que les vaisseaux puissent y entrer & en sortir en tout tems, on le nomme *port* ou *havre d'entrée*; mais s'il se trouve à son entrée une élévation de sable à laquelle on donne le nom de *barre*, & que pour passer sur cette barre, il faille attendre la marée, le port est appellé *havre de marée* ou *de barre*.

Tous les ports ou havres ne sont pas au bord de la mer. Il suffit que les vaisseaux puissent arriver sûrement dans une ville par le moyen d'une riviere ou d'un canal, pour qu'elle soit regardée comme port de mer: telles sont les villes de *Londres*, *Rouen*, *Bordeaux*, *Nantes*, &c.

Les ports de cette espece qui sont ainsi avancés dans les terres, n'ont pas ordinairement besoin d'être fortifiés. Il est suffisant pour leur sûreté, que l'entrée des rivieres ou des canaux qui y conduisent, le soit exactement.

Les villes maritimes placées sur le bord d'une mer qui n'a ni flux ni reflux, ne demandent guere d'autres attentions que celles qui sont situées sur de grandes rivieres. Il faut que

le port soit renfermé dans l'enceinte de la ville, & que l'entrée soit au milieu d'une courtine, dont les deux extrêmités, qui forment cette entrée, soient fortifiées par de grosses têtes de maçonnerie en retour vers la place. Un mole construit proche du port, & sur lequel il y auroit une grosse tour garnie de canon, contribueroit beaucoup à la sûreté du port. Toute la partie de l'enceinte de la place qui donne sur la mer, doit avoir un parapet de maçonnerie percé d'embrasures & de crénaux, pour tirer sur les vaisseaux qui pourroient en approcher.

Si la mer a flux & reflux, comme elle découvre alors un grand espace de terrein en se retirant, la ville doit être fortifiée assez exactement du côté de la mer, pour que l'ennemi ne puisse pas profiter de l'intervalle des marées pour l'attaquer & la surpendre par ce côté.

On pratique ordinairement aux places situées sur les mers qui ont flux & reflux, une espece de canal appellé *chenal*, qui s'étend depuis la basse mer jusqu'à la haute, & qui sert à

conduire les vaisseaux dans le port. Ce canal est formé par deux grandes jettées de charpente & de fascinage; on construit à leur extrêmité des forts garnis de canon pour éloigner l'ennemi de la ville, & empêcher qu'il ne puisse la canonner ou bombarder, & pour assurer la rade & l'entrée du port. C'est ainsi qu'à *Dunkerque* il y avoit deux forts de bois, à l'extrêmité des jettées, qui étoient avancés dans la mer de près d'une demi-lieue. Ils étoient soutenus par trois autres forts, savoir, le *Risban* (*a*), le *Fort de revers*, & le *Fort blanc*. Voyez la description de ces forts, du port & des jettées de cette ville, dans le premier volume de la seconde partie de l'*Architecture Hydraulique*. Voyez aussi dans le même ouvrage la disposition & l'arrangement des

(*a*) Le *Risban* est un château ou petit fort bâti dans la mer à peu de distance du rivage, sur un banc de sable, ce qui lui fait retenir le nom de *Risban*, comme si l'on vouloit dire, ainsi que dit M. *Bélidor* dans son Dictionnaire de l'Ingénieur, *Riche ban*, » faisant allusion à la dépense excessive » qu'on est obligé de faire pour la construc- » tion de ces châteaux ».

écluses pour nettoyer & approfondir le port & le chenal.

Calais a aussi le *Fort rouge* & le *Fort vert* bâtis dans la mer, qui éloignent de la ville les vaisseaux ennemis : ces forts sont soutenus par un *Risban* ou fort particulier, qui sert aussi à la défense du port. Calais a encore un autre fort à un quart de lieue de la ville, appellé le *Fort de Nieullé*. C'est un parallélogramme ou quarré long qui a quatre bastions, & qui renferme les écluses dont on peut disposer pour inonder les environs de la ville, à l'exception du front du côté de *Gravelines*, qui est le seul qui puisse être attaqué, & qu'on a par cette raison fortifié avec beaucoup de soin.

Si la mer n'a point de flux & reflux, comme la Méditerranée, le port n'a pas besoin de chenal, parce que les vaisseaux peuvent y arriver ou entrer immédiatement : mais outre le grand port, on pratique souvent dans ces villes, ainsi que sur celles qui sont sur des mers qui ont flux & reflux, un autre petit port plus enfoncé, où les vaisseaux sont

encore

encore plus en sûreté que dans le grand. Ce petit port se nommoit le *bassin à Dunkerque*. Il se nomme de même au *Havre de Grace* : à *Calais* on l'appelle le *Paradis*, & sur la mer Méditerranée *Darse* ou *Darsine* : on y fait hyverner ordinairement les galeres.

Les citadelles sont très-nécessaires aux places maritimes, particulierement lorsque l'entrée du port est facile & la descente aisée, parce que ces villes pouvant être surprises du côté de la mer, la citadelle est en état de leur donner un prompt secours, & d'arrêter les desseins de l'ennemi.

Les citadelles des villes maritimes doivent être placées de maniere qu'elles commandent à la ville, à la mer & à la campagne, comme le fait celle du *Havre*, dont la position est fort estimée.



INSTRUCTION SUR LE LAVIS des Plans de Fortification.

160. POUR diſtinguer plus facilement toutes les parties des deſſeins qui repréſentent des plans ou profils de fortification, il eſt d'uſage de les marquer de différentes couleurs qui les relevent pour ainſi dire, & qui, en les détachant les unes des autres, les rendent plus ſenſibles. L'art d'employer ces couleurs, ſe nomme le *Lavis ;* enſorte que *laver un plan*, c'eſt y mettre toutes les couleurs convenables pour diſtinguer chacune de ſes parties.

Les couleurs dont on ſe ſert pour cet effet, ſont :

1°. L'Encre de la Chine.

2°. Le Rouge appellé Carmin.

3°. Le Jaune appellé Gomme-gutte.

4°. Le Verd de veſſie.

5°. Le Verd-de-gris liquide, communément appellé couleur d'eau.

6°. Le Biſtre ou couleur de terre.

7°. Le Bleu, appelle Indigo.

L'encre de la Chine ſert à tirer toutes les lignes des plans & profils, à l'exception néanmoins de celles qui repréſentent une épaiſſeur de maçonnerie, leſquelles ſe marquent avec le carmin. Telle eſt la ligne magiſtrale, ou le premier trait de la fortification, la contreſcarpe, &c lorſque la place eſt revêtue. Quand elle n'eſt point revêtue, ces lignes ſont auſſi marquées avec l'encre de la Chine, & dans ce cas toutes les lignes du plan ſont noires; autrement il y en a de noires & de rouges. L'encre de la Chine ſert encore à ombrer les parties du plan qui en ont beſoin.

Le carmin ſert à mettre au trait toutes les lignes qui expriment des épaiſſeurs de maçonnerie, comme on vient de le dire. Il ſert auſſi à laver les coupes des revêtemens, contreforts, &c. marquées dans les profils; l'emplacement des maiſons dans les plans, les caſernes, & enfin tous les ouvrages qui ſont de maçonnerie.

Le jaune sert à marquer les ouvrages projettés dans les plans, c'est-à-dire, ceux que l'on propose à exécuter, & qui sont distingués par cette couleur, de ceux qui sont construits.

Le verd-de vessie sert à laver les parties qui sont en gazon, les taluds, les glacis, &c.

La couleur d'eau sert à laver les fossés dans lesquels il y a de l'eau, les rivieres, &c.

Le bistre est employé pour laver les coupes des terres ; il sert aussi de couleur de bois, pour laver les ponts.

Le bleu ou l'indigo sert à marquer les ouvrages qui sont de fer, &c.

L'encre de la Chine est en bâton. On la détrempe en la frottant dans une coquille, dans laquelle on a versé un peu d'eau. On frotte le bâton sur cette coquille, jusqu'à ce que l'eau ait pris la force de noir nécessaire pour l'usage qu'on veut en faire. Lorsqu'on veut s'en servir pour mettre au trait, on lui donne beaucoup plus de force que pour laver.

Le carmin eſt en poudre, il ſe détrempe avec de l'eau gommée. Cette eau ſe fait en mettant fondre environ un gros de gomme arabique blanche, la plus propre que l'on peut trouver, dans un verre plein d'eau. La gomme étant fondue, on met le carmin dans une coquille, & l'on verſe deſſus de cette eau. On délaye le carmin avec le petit doigt ou un pinceau, & on le mêle bien avec l'eau juſqu'à ce que toutes les parties en ſoient imprégnées; on laiſſe ſécher le carmin dans la coquille; & lorſqu'on veut s'en ſervir, on en détrempe un peu avec de l'eau commune, & l'on en met, dans une autre coquille, la quantité dont on croit avoir beſoin. On évite d'en détremper beaucoup à la fois, parce qu'il ſe noircit, & qu'il perd de ſa beauté lorſqu'il eſt détrempé trop ſouvent. Celui dont on ſe ſert pour mettre au trait, doit être beaucoup plus foncé que celui qu'on prépare pour laver.

L'indigo ſe détrempe avec de l'eau gommée, comme le carmin.

La gomme-gutte ſe détrempe avec

de l'eau commune, de même que le verd de vessie & le bistre, parce que ces couleurs portent leur gomme avec elles.

La couleur d'eau s'emploie sans aucune préparation. Il faut seulement observer que lorsqu'elle se trouve trop foible, on peut lui donner de la force en la versant dans une coquille & la laissant ainsi exposée à l'air pendant quelque tems; lorsqu'elle se trouve trop forte, on l'affoiblit en la mêlant avec un peu d'eau commune.

Avant que de parler du lavis des plans, il est à propos de dire un mot des lignes avec lesquelles ils sont tracés.

Il y a dans un plan des lignes fortes & des lignes foibles, ou très-fines. Les lignes qui terminent le parapet, son côté extérieur & son côté intérieur, sont fortes. Il en est de même de celles du chemin couvert & des traverses. Les autres lignes du plan sont fines, comme celles qui terminent le terrein du rempart, son talud intérieur, le glacis, les banquettes, &c. Les lignes tirées des an-

gles du chemin couvert aux angles du glacis, devroient être plus fortes auprès du chemin couvert, que vers l'extrêmité du glacis: mais on néglige communément cette petite attention, & l'on fait aussi ces lignes fines. Toutes les lignes des profils peuvent être fines sans inconvénient. On les trace à l'encre de la Chine.

Les lignes qui forment les rues se tracent avec du carmin. Il y en a de fortes & de foibles Pour en concevoir la raison, il faut observer que les Ingénieurs, pour donner plus de grace à leurs desseins, en imaginent certaines parties élevées & éclairées. Ils supposent communément, & ceci est arbitraire, que le jour vient de l'angle supérieur de la gauche du papier sur lequel le plan est tracé, qu'il éclaire par conséquent les parties du plan qui sont vers le haut du papier, & vers sa gauche; celles qui sont en bas & vers sa droite, sont dans l'ombre. Les lignes qui, dans cette supposition, se trouvent opposées à la lumiere, sont fines, & les autres sont fortes. Ainsi lorsque l'on aura déter-

miné la position du plan, il sera facile de connoître les lignes des rues qui doivent être fortes, & celles qui doivent être fines. Si l'on fait la même attention à l'égard des lignes du profil, on trouvera qu'il y en a qui doivent être fortes; mais on peut, comme on l'a déja dit, les tirer toutes foibles, la distinction des parties éclairées & des parties ombrées n'étant point aussi nécessaire ici que dans le tracé des rues, des casernes & autres édifices.

Lorsque quelque édifice a été détruit, on le marque sur le plan par des lignes ponctuées. Ce qui étoit maçonnerie, est ponctué en rouge, & les autres parties sont ponctuées en noir. Lorsqu'il y a aussi des souterreins de maçonnerie, sous quelque ouvrage, on les marque par des lignes ponctuées en rouge. On exprime les endroits voûtés, par des diagonales ponctuées.

On appelle *teinte*, une partie de couleur détrempée, & assez liquide pour pouvoir être étendue avec un pinceau sur les parties du dessein qu'il s'agit de laver.

Il y a des teintes fortes & des teintes foibles, comme il y a des lignes fortes & des lignes foibles.

Les parapets, tant du corps de la place, que de tous les autres ouvrages, se lavent avec une teinte d'encre de la Chine assez forte, mais cependant beaucoup moins noire que l'encre dont on se sert pour mettre au trait, parce que le trait doit dominer sur toutes les teintes. On emplit donc de cette teinte, avec un pinceau, tout l'espace qui exprime la largeur du parapet; & lorsque la ligne magistrale est en rouge, il faut avoir attention de ne point la gâter, & de ne point passer sur elle la teinte du parapet. Il faut mener la pointe du pinceau doucement le long de cette ligne, & prendre garde de la trop appuyer. Les traverses se lavent en plein avec la même teinte dont on s'est servi pour le parapet.

Le terreplein du rempart du corps de la place, & celui des autres ouvrages, sont lavés avec une teinte d'encre de la Chine fort foible: on ne lui donne que le degré de force nécef-

faire pour la rendre ſenſible. A l'égard de la banquette on ne la lave point.

Le talud intérieur du rempart ſe lave avec du verd de veſſie détrempé dans de l'eau commune, ou plutôt avec de la couleur d'eau. Cette teinte ne doit point être d'un verd trop foncé; il faut au contraire, qu'il ſoit un peu clair. On n'en remplit point tout l'eſpace qui exprime ce talud; on en met ſeulement une petite bande environ de la largeur du tiers de l'eſpace qu'il occupe, le long de la ligne qui termine le terre-plein. Après quoi on étend cette couleur avec un pinceau où il y a un peu d'eau. On la fait deſcendre imperceptiblement juſqu'en bas du talud, enſorte qu'au haut elle ſoit dans toute ſa force, & qu'elle ſoit entierement affoiblie en bas. On lave avec la même teinte & de la même maniere les taluds intérieurs des remparts de tous les ouvrages de la fortification.

Le foſſé de la place eſt ſec, ou il eſt plein d'eau. S'il eſt plein d'eau, on le lave en mettant tout le long de la ligne magiſtrale, ou du talud exté-

rieur (lorſqu'il eſt marqué), un petit bandeau de cette couleur, & on l'adoucit vers le milieu du foſſé, comme on vient de le dire pour le verd du talud. On met un pareil bandeau, de la même couleur, le long de la contreſcarpe en dedans du foſſé, & on l'adoucit auſſi vers ſon milieu. Ainſi la couleur ſe trouve dans ſa force aux bords du foſſé, & elle eſt entierement affoiblie au milieu. Lorſque le foſſé ſe trouve trop étroit pour rendre ſenſible cet adouciſſement de couleur, on le lave en plein; quand il eſt ſec, on le lave avec une teinte de biſtre. On adoucit cette teinte de la même maniere que la couleur d'eau, c'eſt-à-dire, des bords du foſſé vers ſon milieu.

Le chemin couvert n'eſt lavé d'aucune teinte: il n'y a que ſes traverſes qui le font, & de la même que le parapet, ainſi qu'on l'a déja dit.

Le glacis ſe lave d'abord avec une teinte d'encre de la Chine, & enſuite avec une teinte de verd de veſſie. On commence par le laver avec la teinte d'encre de la Chine. Elle doit être plus forte que la teinte du terre-plein

du rempart, & plus foible que celle du parapet.

Il faut observer que le glacis ayant des parties élevées, telles que celles qui sont à ses angles saillans, & d'autres abaissées à ses angles rentrans, si l'on suppose que le jour vienne de l'angle supérieur de la gauche du papier, ainsi qu'on a déja dit qu'on le supposoit communément, il y aura alternativement une des parties du glacis d'éclairée, & une dans l'ombre. C'est cette ombre qu'il faut marquer avec la teinte de l'encre de la Chine. Pour cet effet on placera le plan dans la situation où l'on veut qu'il soit regardé, & on lavera un des côtés du glacis qui doit être dans l'ombre. On mettra un bandeau de la teinte d'encre de la Chine sur le haut du glacis, le long du côté qui termine le chemin couvert, depuis un angle saillant jusqu'à un angle rentrant. L'on adoucira ce bandeau avec un pinceau où il y aura un tant soit peu d'eau, en faisant descendre insensiblement la couleur jusqu'à la ligne fine qui termine la largeur du glacis. On laissera après cela la par-

tie suivante du glacis en blanc, & on lavera celle qui la touche immédiatement, & ainsi de suite; ensorte qu'il y ait toujours alternativement une partie ombrée, & une qui ne le soit point. Les ombres marquées sur le glacis des figures de ce Livre, aideront à faire entendre tout ceci. Il faut remarquer que l'encre de la Chine seche très-vîte, & qu'ainsi lorsque la partie du glacis que l'on ombre a quelque étendue, il est à propos de l'ombrer à différentes fois, ou par parties; car si on laisse sécher le bandeau de teinte mis au haut du glacis, il ne sera plus possible de l'adoucir. Cette remarque doit servir pour toutes les couleurs que l'on aura à adoucir.

Les ombres du glacis étant ainsi marquées, on adoucira du verd de vessie sur tous les côtés du glacis ombrés & non ombrés, de la même maniere qu'on en a usé pour l'encre de la Chine. La teinte dont on se sert pour cet effet, doit être un peu plus foible que celle qui a servi pour les taluds.

On lavera les ponts avec une teinte

de biſtre un peu légere. Au défaut de biſtre, on pourra faire une aſſez belle couleur de bois, en détrempant enſemble un peu de carmin, un peu de gomme-gutte, & un tant ſoit peu d'encre de la Chine.

Les maiſons de la place ſe lavent avec une teinte de carmin un peu légere. On en met un bandeau le long des lignes fortes, en dedans de l'emplacement des maiſons, & on l'adoucit en faiſant deſcendre inſenſiblement la couleur vers les lignes foibles. Lorſque le plan eſt conſtruit ſur une grande échelle, on adoucit auſſi une teinte de carmin le long des lignes foibles, vers les lignes fortes : mais on fait cette teinte beaucoup plus foible que la premiere.

Les caſernes ſe lavent en plein avec une teinte de carmin un peu plus forte que celle dont on s'eſt ſervi pour les maiſons de la place. On lave de même le petit quarré que l'on pratique dans le parapet, vis-à-vis le pont levis, & qui le touche immédiatement, lequel repréſente la chambre des orgues, ou un corps-de garde conſtruit dans cet endroit

au dessus de la voûte de la porte. On lave aussi en rouge l'espece de petit rectangle qui occupe toute la largeur du talud du rempart, vis-à-vis le côté extérieur de la porte ; il représente le logement de l'Aide-Major, ou du Capitaine des portes.

Le lavis des profils est fort simple. On lave en plein la coupe du revêtement, & celle de la contrescarpe, avec une teinte de carmin, à peu près d'un rouge couleur de rose. La coupe du contre-fort se lave aussi en plein avec une teinte de carmin : mais on la fait beaucoup plus foible que celle du revêtement. On adoucit du bistre le long des lignes du profil qui expriment la coupe des terres. Cette couleur se met à la place de l'ombre qui est marquée le long de ces lignes dans les profils, *planches* 7 & 13. Lorsque le fossé est plein d'eau, on adoucit une petite bande de couleur d'eau dans la coupe du fossé, environ à six pieds de distance de la ligne qui détermine sa profondeur, & parallelement à cette ligne. Quand le fossé est sec, on ne lave rien dans sa coupe.

Ceux qui voudront voir plus de détail ſur la pratique du Lavis des Plans, pourrront lire les REGLES DU DESSEIN ET DU LAVIS, par M. *Buchotte*, Ingénieur du Roi. Ils y trouveront, outre ce qui concerne le Lavis des ouvrages de la fortification, la maniere de repréſenter ſur les plans, la campagne des environs d'une place, les terres labourées, les marais, les prairies, les bois, les montagnes, &c. Ce Livre ſe vend chez le même Libraire qui diſtribue cet Ouvrage.

FIN.

TABLE

Des principales Matieres de ce Volume, disposée en forme de Dictionnaire des termes de la Fortification.

A

B

C

D

E

F

J

L

M

Q

R

S

T

Fin de la Table des Matieres.

OUVRAGES de M. LE BLOND, qui se trouvent chez le même Libraire.

L'ARITHMETIQUE & la Géométrie de l'Officier. En deux volumes *in*-8°. enrichis de 45 planches. 12 liv.

Suite du même Ouvrage. Essai sur la Castramétation, ou sur la maniere de former, de tracer & de mesurer un camp, *in*-8°. avec figures. 6 liv.

Abrégé de l'Arithmétique & de la Géométrie de l'Officier, contenant les quatre premieres opérations de l'Arithmétique, les Regles de trois & de compagnie, &c. *in*-12 avec. fig. nouv. édit. 3 liv.

Elémens de Fortification, contenant la construction raisonnée de tous les Ouvrages de la fortification, &c. Cinquieme édition, augmentée de l'explication détaillée de la fortification de M. de Coehorn, *in*-8°. avec 37 planches, 1764. 7 l.

Abrégé du même Ouvrage, *in*-12. 1767. 3 liv. 10 s.

Elémens de la guerre des sieges, nouv. édit. enrichie de 50 planc. 3 vol. *in* 8°. 21 l.

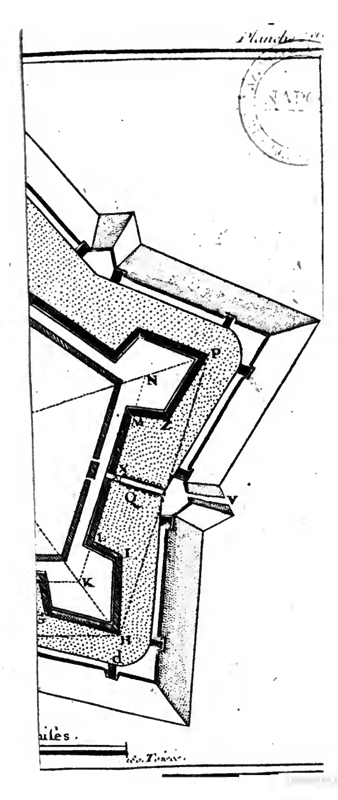
Chaque volume se vend séparément ; savoir :

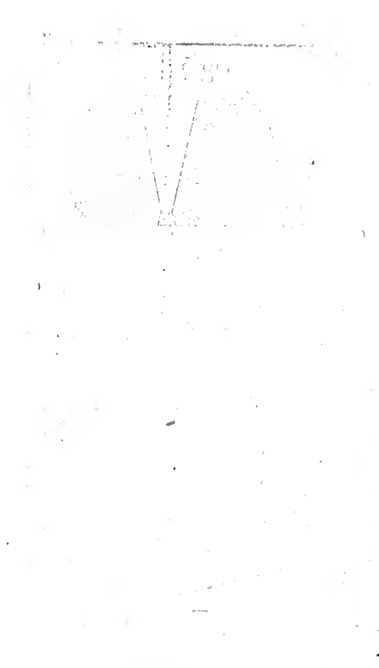
Artillerie raisonnée, &c. *in*-8° avec fig. 7 l.

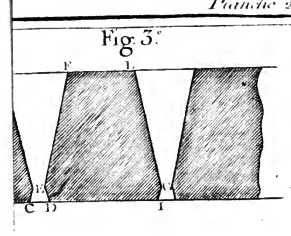
Traité de l'Attaque des Places, selon la méthode de M. de Vauban, *in* 8°. avec fig. 7 liv.

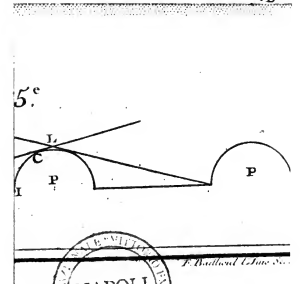
Traité de la Défense des Places, &c. *in*-8°. avec fig. 7 liv.

Elémens de Tactique, *in*-4°. avec fig. 1758 15 liv

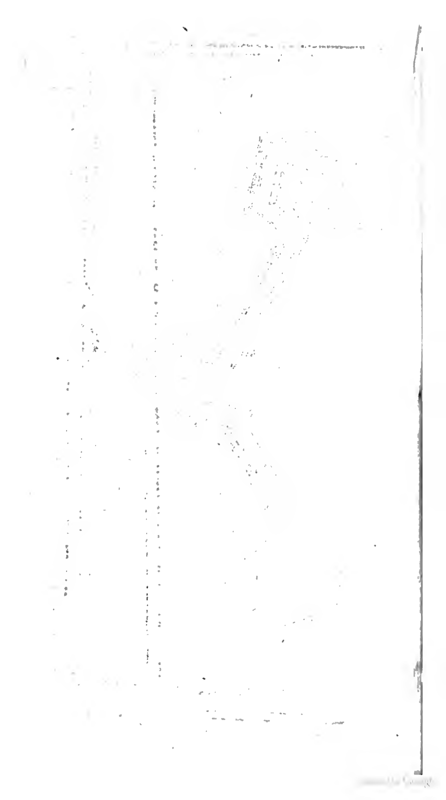

P
N
M
Z
X
Q
V
L
I
K
H
d
ifes .







F. Baillard Sculp.



I

M

L

R

N

K

F

P

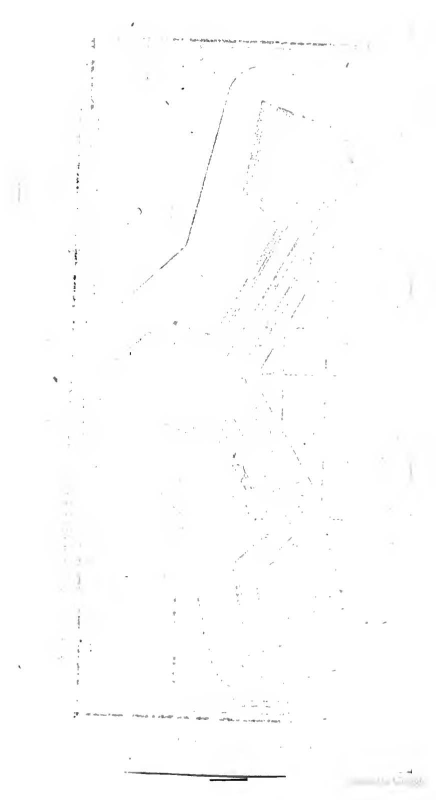
G

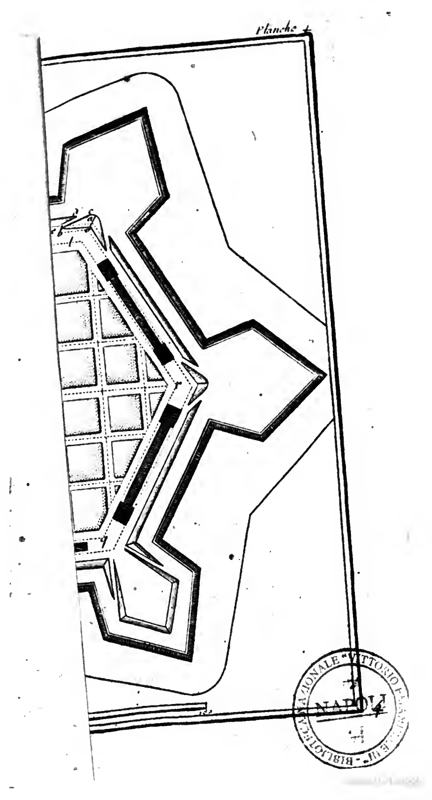
C

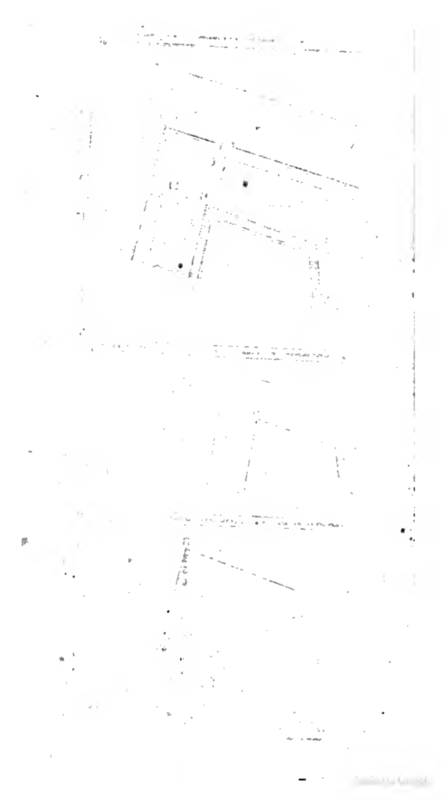
e c b

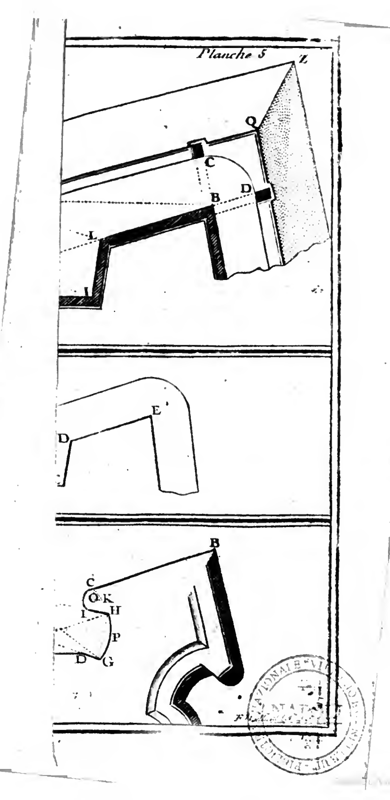
o 60 90 2o Toises

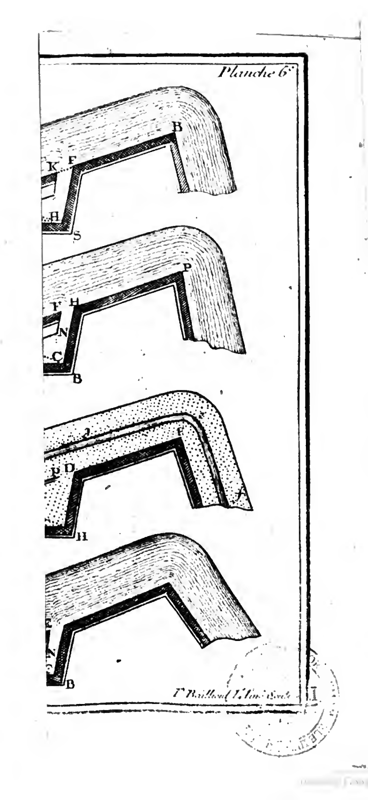
F. Baillieul l'Aine Sculp








Planche 5
Z
Q
C
B
D
L
I
E
D
C
B
C
O K
H
I
P
D
G



T. Baillon Lelim. Sculp.

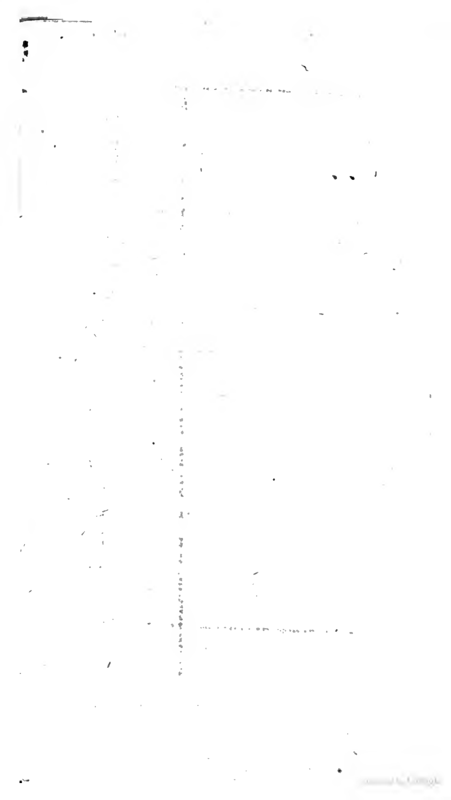
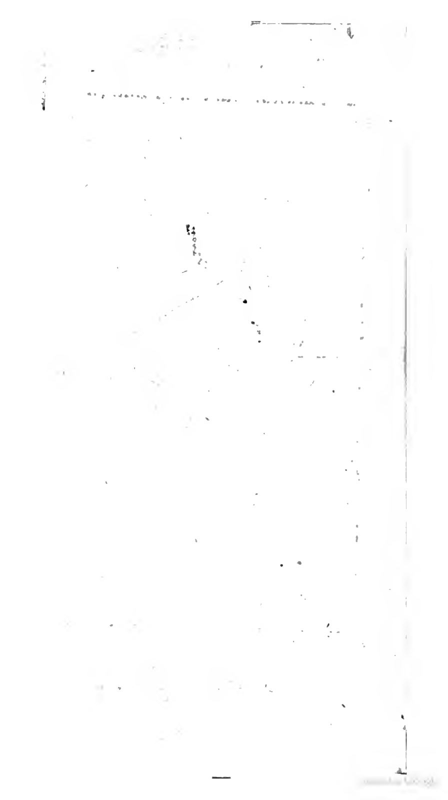


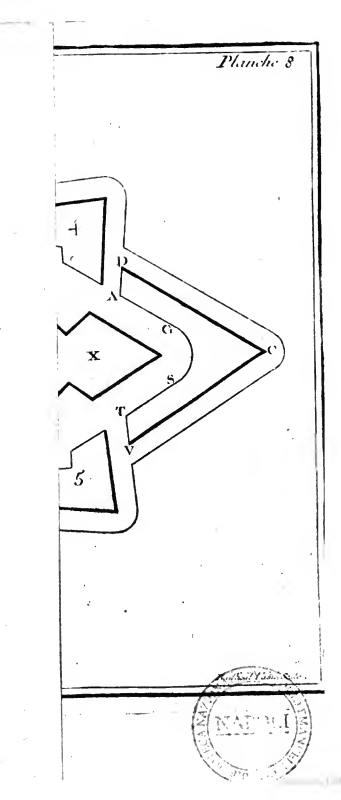
Planche 7

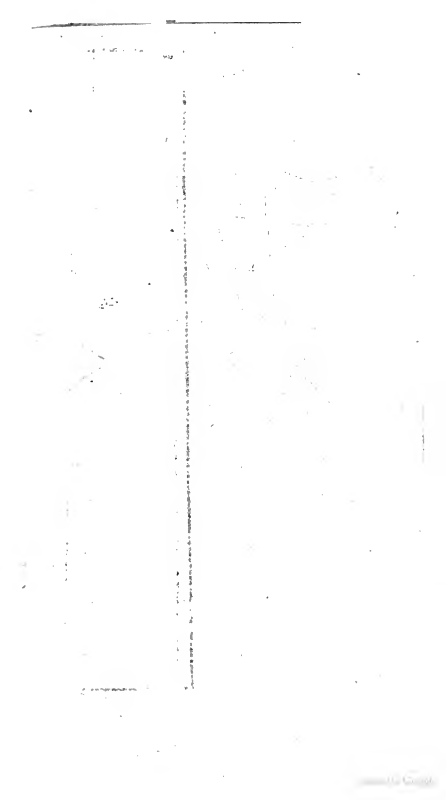
g

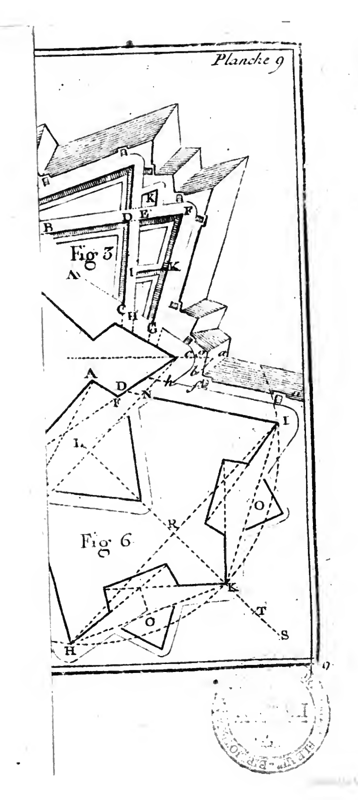
Toises b

20




Planche 8
D
A
G
X
C
S
T
V
5




Planche 9
Fig 3
A
B
D
E
F
K
I
K
C
H
G
Fig 6
A
D
F
N
L
I
O
R
K
T
S
O
H



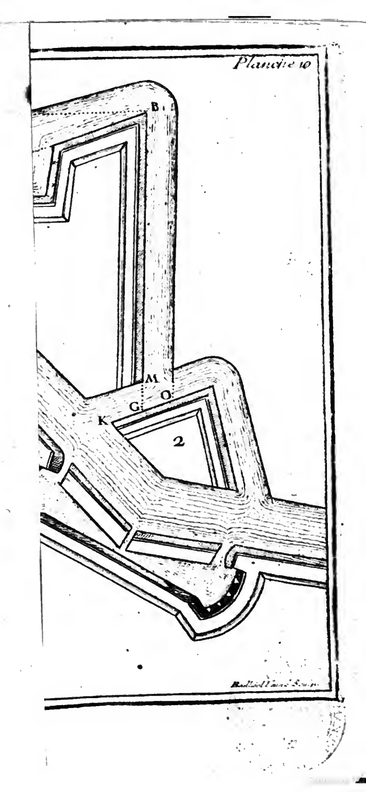
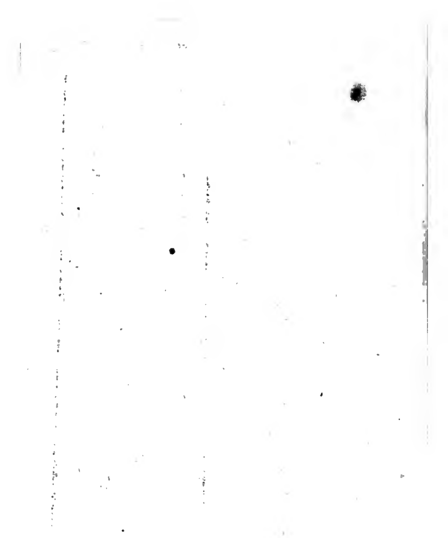
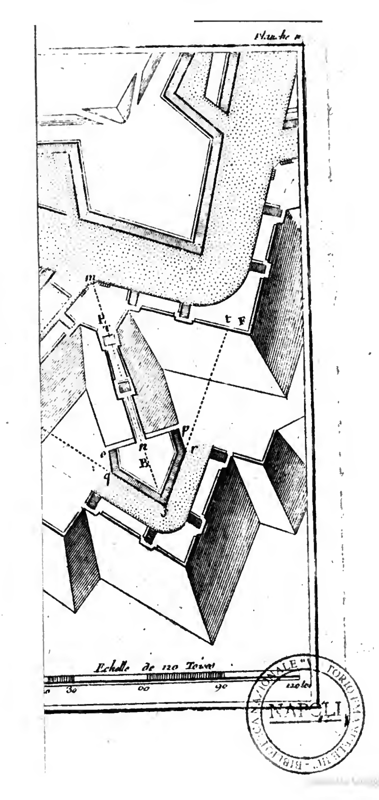
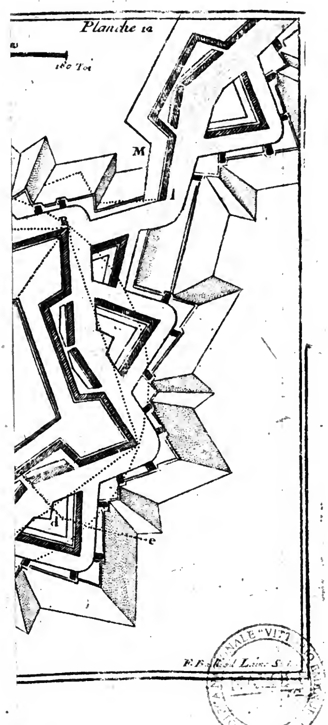


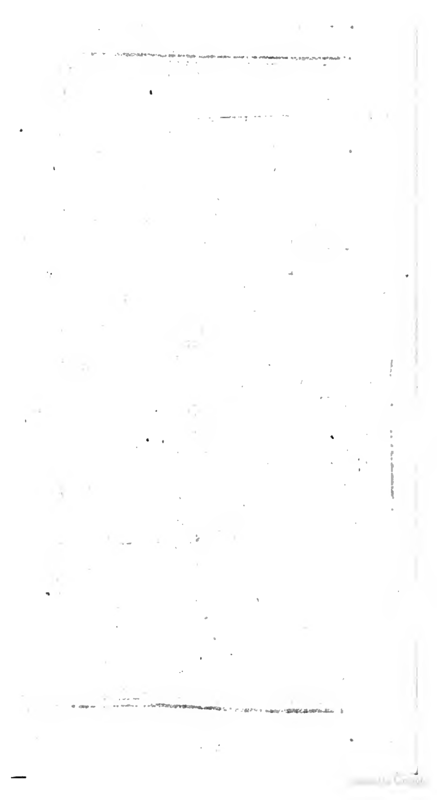
Planche 10
B
M
O
G
K
2

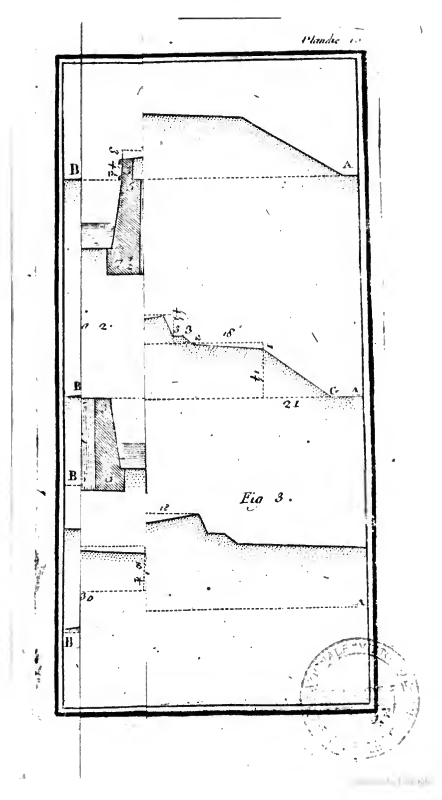



Planche
m
P
T
t F
p
n
o
r
B
q
s
Echelle de 120 Toises
30
60
90
120

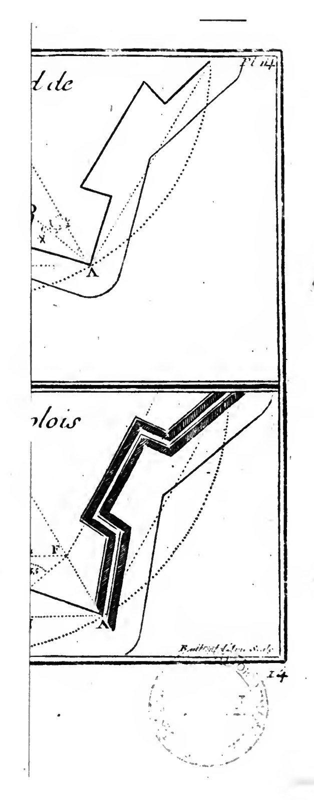



Planche 12
180 Toi
M
l
B
d
e
F. F. Rud Laine Sc.




Planche 13
B
A.
2.
3
3
2
18
1
14
B
G
A
21
B
Fig 3.
12
30
A
B



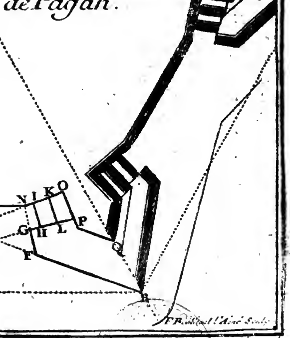

Pl. 14
d de
A
plois
F
A
Baillieul l'aîné Sculp
14

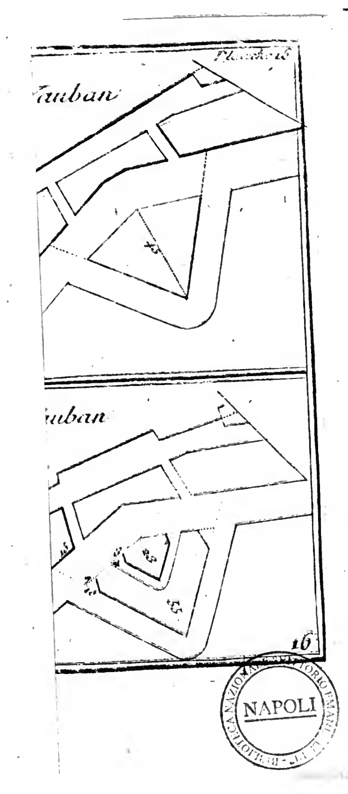


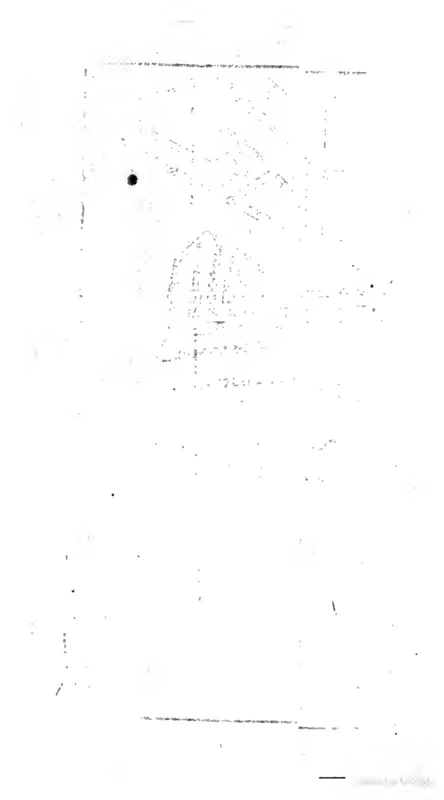
hevalier

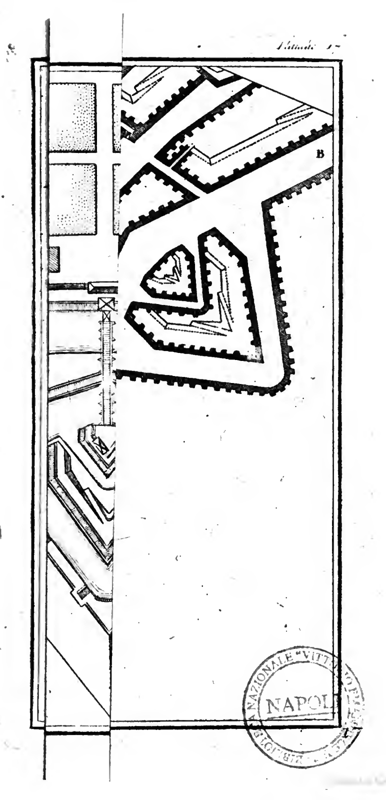
Pl. 15

D E B K F G I H N

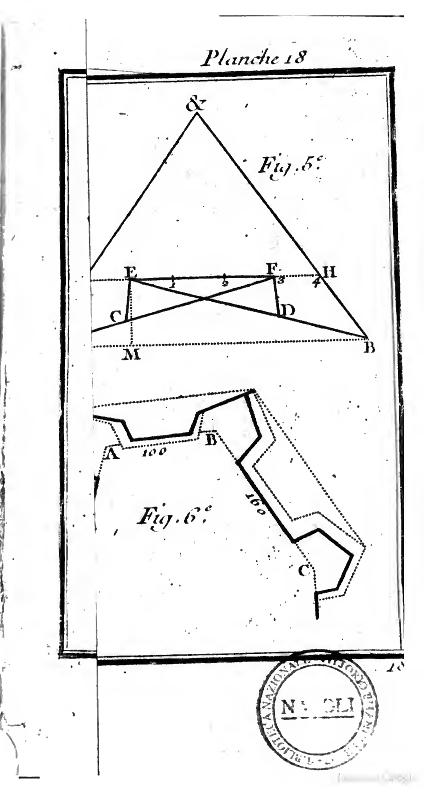



Planche 16
Vauban
Vauban
16




B




Planche 18
&
Fig. 5.e
E
F
H
1
2
3
4
C
D
M
B
A
100
B
160
Fig. 6.e
C

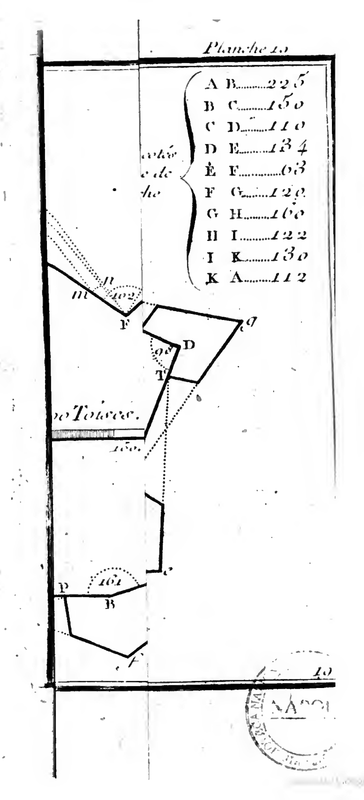


Planche 10
A B......225
B C......150
C D......110
D E......134
E F......63
F G......120
G H......160
H I......122
I K......130
K A......112
m
n
102
F
g
D
90
T
Toises.
161
P
B
10





